



**Joana Filipa Abadia Bôto**

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

## **ANÁLISE DE FATORES HUMANOS NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES INDUSTRIAIS**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Maria Celeste Jacinto, Professora Auxiliar,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Júri:

Presidente: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado  
Vogal: Professor Doutor Paulo Jorge Pereira de Matos Henriques dos Marques  
Vogal: Professora Doutora Maria Celeste Rodrigues Jacinto



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Março de 2014**



**Joana Filipa Abadia Bôto**

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

## **ANÁLISE DE FATORES HUMANOS NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES INDUSTRIAIS**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

**Orientadora:** Professora Doutora Maria Celeste Jacinto, Professora Auxiliar,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado  
Vogal: Professor Doutor Paulo Jorge Pereira de Matos Henriques dos Marques  
Vogal: Professora Doutora Maria Celeste Rodrigues Jacinto

Março de 2014

iii



Copyright© Joana Filipa Abadia Bôto, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## Agradecimentos

Gostava de agradecer, e expressar a minha sincera gratidão a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho. Torna-se difícil referir todos aqueles que de forma positiva me ajudaram, mas os seus esforços não serão esquecidos, ficando aqui um enorme agradecimento.

Um agradecimento especial à Professora Maria Celeste Jacinto, pelo apoio, carinho e enorme disponibilidade demonstrada ao longo da execução deste trabalho. Agradeço-lhe por todos os conselhos e ensinamentos transmitidos, pois sem o seu apoio e envolvimento, este trabalho não teria sido possível. Foi um privilégio ter sido sua orientada.

Queria agradecer à Sovena Oilseeds Portugal, em especial à Engenheira Liliana Guerreiro, por ter permitido o desenvolvimento deste trabalho e pela disponibilidade mostrada na orientação do meu trabalho durante o estágio curricular na empresa, assim como ao Engenheiro Fernando Paiva, por toda a abertura, disponibilidade e esforços no acompanhamento deste trabalho.

Aos meus pais, pela dedicação mostrada ao longo destes anos e pelos sacrifícios e investimentos feitos em prol da minha educação, que tornaram possível mais esta etapa da minha vida. Assim como ao meu irmão, por toda a sua disponibilidade e amizade.

A todos os meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado e que de alguma forma contribuíram e contribuem para o meu desenvolvimento pessoal, em especial ao João, Cláudia, Maria, Barradas, Ana e Rui. Mas pelo enorme carinho e enorme paciência demonstrada ao longo destes anos, assim como a sua grande persistência em me apoiar e motivar, um grande obrigado ao João.

Por último, a todos os Professores que passaram no meu percurso, acompanhando-me e transmitindo os seus conhecimentos, em especial a todos os docentes do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial.





## Resumo

O papel do fator humano nem sempre é tratado com o cuidado e a importância que deveria ter. A consciencialização de que muitos dos acidentes industriais graves ocorridos no passado tiveram influência humana, despertou a preocupação dos investigadores sobre esta temática, existindo hoje muitos estudos que comprovam essa mesma influência humana.

Este estudo consistiu na análise de fatores humanos numa fábrica de produção de óleos vegetais - a Sovena Oilseeds Portugal. Para o efeito, aplicou-se a metodologia *Human-HAZOP*, seguindo a metodologia recomendada pelas autoridades Britânicas do *Health and Safety Executive* (HSE), descrita no “Kit dos inspetores: Os fatores humanos na gestão de perigos para acidentes graves”. Esta ferramenta de análise demonstrou ser útil na procura de falhas humanas nos processos, assim como na determinação de ações de melhoria, com o intuito de reduzir a probabilidade de ocorrência de acidentes/incidentes. É uma ferramenta de orientação essencialmente preventiva. A aplicação desta metodologia possibilitou determinar as principais falhas nos processos analisados, assim como propor medidas de melhoria.

Este estudo incidiu nos processos de descarga de metilato de sódio e metanol, que dizem respeito à fábrica de produção de biodiesel, e de descarga de hexano, referente à fábrica de extração de óleos vegetais. Numa fase inicial, foram detalhados e analisados os processos; posteriormente foram identificados os modos de erro possíveis, permitindo depois que fossem determinadas medidas de melhoria que poderão vir a ser implementadas na organização. Apesar da recomendação de algumas medidas de melhoria, este estudo permitiu concluir que os processos de descarga nestas fábricas estão providos de medidas de segurança eficazes, tendo sido considerados processos seguros ao nível industrial.

A análise realizada permitiu reconhecer a importância do impacto do estudo dos fatores humanos, assim como reconhecer o valor de pequenas ações de formação e de sensibilização dos trabalhadores. Identificaram-se também oportunidades de implementação de algumas barreiras físicas. Pretende-se, assim, que esta análise possa constituir um exemplo da aplicação e importância deste tipo de estudos, reforçando as boas práticas de gestão da segurança industrial.

**Palavras-Chaves:** análise de riscos, fatores humanos, *Human-HAZOP*, segurança industrial.



## Abstract

Human factors are not always treated with the care and the importance they should have. The recognition that many of the major industrial accidents occurred in the past had a human influence, aroused the concern of many researchers on this topic. Therefore, nowadays there are many studies that analyze and prove that human influence.

This study is focused on the analysis of human factors in a factory of vegetable oils production - Sovena Oilseeds Portugal. For this purpose, it was applied the Human-HAZOP methodology, following the methodology reported by the British authorities of the Health and Safety Executive (HSE), described in the " Inspectors Toolkit: Human factors in the management of major accident hazards." This analysis tool has shown to be useful in finding human failures in processes, as well as in the determination of improvement actions, in order to reduce the probability of accidents / incidents. It's an orientation tool essentially preventive. The application of this method allowed us to determine the main probable faults in the analyzed processes and to propose improvement actions.

This study focused on the analysis of human factors in the discharge of sodium methyllate and methanol processes, occurring in the biodiesel production plant, as well as on the discharge of hexane, referring to vegetable oil extraction plant. Initially, the processes were detailed and analyzed and subsequently the more probable faults were identified. After that, there were determined and analyzed the improvement actions that may be implemented in the organization. Despite the recommendation of some improvement actions, this study allowed to conclude that the analyzed processes have effective safety measures, being considered safe industrial processes.

The analysis that was performed allowed recognizing the importance of the impact of the study on human factors, as well as recognizing the value of small actions of training and awareness of the employees. As such, the intention is that this analysis can contribute with an example of an application and importance of such studies, reinforcing the good practices of industrial safety management.

**Key Words:** risk analysis, human factors, Human-HAZOP methodology, industrial safety.



## Índice de matérias

<b>CAPÍTULO I – Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos Gerais .....	2
1.3. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Estrutura da dissertação.....	3
<b>CAPÍTULO II – Fatores humanos na prevenção de acidentes .....</b>	<b>5</b>
2.1 Conceitos e definições relevantes.....	5
2.2 Diretivas de referência.....	7
2.1.1. Diretiva Seveso.....	7
2.2.2. Diretiva Atex.....	10
2.3. Enquadramento histórico da segurança.....	11
2.4. Acidentes e causas.....	13
2.5. Fatores humanos e erro humano.....	17
2.6 Fatores humanos e análise de risco.....	22
<b>CAPÍTULO III – Metodologia.....</b>	<b>27</b>
3.1. Metodologia geral e etapas principais do trabalho.....	27
3.2. Metodologia específica aplicada.....	30
3.2.1. Metodologia <i>Human</i> -HAZOP.....	30
3.2.2. Alterações à metodologia <i>Human</i> -HAZOP.....	35
3.3. Aplicação prática – Síntese.....	36
<b>CAPÍTULO IV – Caracterização da empresa.....</b>	<b>39</b>
4.1. Origem.....	39
4.2. Organização da empresa.....	41

4.3.	Processos.....	44
<b>CAPÍTULO V - Análise de Fatores humanos.....</b>		<b>49</b>
5.1.	Apresentação do estudo.....	49
5.2.	Descarga de metanol e metilato de sódio - Fábrica de produção de biodiesel.....	51
5.2.1.	Descrição do processo de descarga.....	51
5.2.2.	Resultados da análise.....	52
5.2.3.	Medidas operacionais e de fatores humanos propostas.....	55
5.2.4.	Priorização das ações de melhoria.....	59
5.3	Descarga de hexano - Fábrica de extração de óleos vegetais.....	61
5.3.1.	Descrição do processo de descarga.....	62
5.3.2.	Resultados da análise.....	63
5.3.3.	Medidas operacionais e de fatores humanos propostas.....	65
5.3.4.	Priorização das ações de melhoria.....	66
5.4.	Conclusões gerais dos estudos efetuados.....	68
<b>CAPÍTULO VI – Conclusões.....</b>		<b>71</b>
6.1	Conclusões do estudo de fatores humanos.....	71
6.3.	Contributos do estudo.....	73
6.4.	Limitações do estudo.....	73
6.5.	Propostas de trabalhos futuros.....	73
<b>Referências bibliográficas.....</b>		<b>75</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>81</b>
	Anexo A. Instruções de trabalho das operações de descarga de metanol e metilato de sódio.....	81
	Anexo B. Instruções de trabalho das operações de descarga de hexano.....	85

<b>Apêndices.....</b>	<b>89</b>
Apêndice A. Informações importantes, sobre as substâncias manuseadas.....	89
A.1. Metanol e Metilato de Sódio.....	89
A.2. Hexano.....	91
Apêndice B. Tabelas de análise de fatores humanos.....	95
Apêndice C. Proposta de checklist.....	105
Apêndice D. Norma de procedimento.....	111
D.1. Norma de procedimentos para o camionista.....	113
D.2. Cartaz informativo.....	115
Apêndice E. Folheto informativo.....	117





## Índice de figuras

Figura 2.1.	Critério ALARP .....	6
Figura 2.2.	Sinal de Aviso de Atmosferas Explosivas.....	10
Figura 2.3.	Constituintes de um acidente .....	14
Figura 2.4.	Teoria do dominó .....	15
Figura 2.5.	Modelo do “Queijo Suíço”.....	16
Figura 2.6.	Fatores essenciais para o controlo administrativo .....	18
Figura 2.7.	Níveis do desempenho humano .....	20
Figura 2.8.	Tipos de erro humano .....	21
Figura 2.9.	Perspetiva dos fatores humanos na ocorrência de acidentes.....	22
Figura 2.10.	Etapas chave no Human-HAZOP.....	25
Figura 3.1.	Etapas do projeto .....	28
Figura 3.2.	Árvore de falhas.....	36
Figura 4.1.	Organização do Grupo Sovena.....	40
Figura 4.2.	Fotografia da localização da Oilseeds .....	40
Figura 4.3.	Fábrica de extração .....	42
Figura 4.4.	Organograma e áreas de negócio da Sovena Oilseeds Portugal.....	43
Figura 4.5.	Fábrica de biodiesel.....	43
Figura 4.6.	Esquema do processo de extração.....	46
Figura 4.7.	Esquema do processo de produção de biodiesel.....	47
Figura 5.1.	Organização da Sovena Oilseeds Portugal.....	50
Figura 5.2.	FTA do processo de descarga.....	70



## Índice de tabelas

Tabela 2.1.	Influência de fatores humanos em acidentes graves.....	12
Tabela 2.2.	Estudo de erros na indústria de processos químicos.....	19
Tabela 2.3.	Exemplo de palavras-chave. ....	24
Tabela 3.1	Níveis de análise de fatores humanos.....	31
Tabela 3.2.	Identificação da fase 4, na metodologia <i>Human</i> -HAZOP .....	32
Tabela 3.3.	Palavras-chave da metodologia <i>Human</i> -HAZOP.....	33
Tabela 3.4.	Tabela de registo de identificação de fatores humanos .....	34
Tabela 3.5.	Simbologia da técnica FTA .....	36
Tabela 4.1.	Caraterização global dos colaboradores da Sovena Oilseeds Portugal.....	41
Tabela 5.1.	FTA's utilizadas na tabela de análise de fatores humanos.....	53
Tabela 5.2.	Falhas possíveis nos processos de descarga de metanol e metilato de sódio.....	54
Tabela 5.3.	Propostas de ações de melhoria (descarga de metanol e metilato de sódio) .....	55
Tabela 5.4.	Critérios de priorização.....	59
Tabela 5.5.	Matriz GUT (descarga de metanol e metilato de sódio) .....	60
Tabela 5.6.	FTA's utilizadas na tabela de análise de fatores humanos.....	63
Tabela 5.7.	Falhas possíveis no processo de descarga de hexano.....	64
Tabela 5.8.	Propostas de ações de melhoria (descarga de hexano) .....	65
Tabela 5.9.	Matriz GUT (descarga de hexano).....	67
Tabela A.1.	Informações gerais sobre metanol/metilato de sódio.....	89
Tabela A.2.	Informações importantes sobre primeiros socorros.....	90
Tabela A.3.	Medidas de combate a incêndios.....	90
Tabela A.4.	Informações gerais sobre hexano.....	92

Tabela B.1.	Tabela de análise de fatores humanos (descarga de metanol e metilato de sódio).....	97
Tabela B.2.	Tabela de análise de fatores humanos (descarga de hexano).....	101

## Lista de Abreviaturas

<b>ACT</b>	Autoridade para as Condições de Trabalho
<b>ALARP</b>	<i>As low As Reasonably Practicable</i>
<b>ATEX</b>	Atmosferas Explosivas
<b>CCPS</b>	<i>Center for Chemical Process Safety</i>
<b>CE</b>	Comunidade Europeia
<b>CEE</b>	Comunidade Económica Europeia
<b>FH</b>	Fatores Humanos
<b>FTA</b>	<i>Fault Tree Analysis</i>
<b>GUT</b>	Gravidade, Urgência e Tendência
<b>HAZOP</b>	<i>Hazard and Operability Study</i>
<b>HSE</b>	<i>Health and Safety Executive</i>
<b>IGAMAOT</b>	Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território
<b>JSA</b>	<i>Job Satety Analysis</i>
<b>KB</b>	<i>Knowledge-Based</i>
<b>NP</b>	Norma Portuguesa
<b>OHSAS</b>	<i>Occupational Safety and Health Analysis</i>
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PEE</b>	Plano de Emergência Externo
<b>PEI</b>	Plano de Emergência Interno
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>RB</b>	<i>Rule-Based</i>
<b>SB</b>	<i>Skill-Based</i>
<b>SST</b>	Segurança e Saúde no Trabalho



# CAPÍTULO I - Introdução

---

Neste primeiro capítulo introdutório, faz-se o enquadramento do trabalho produzido nesta dissertação, desenvolvida ao longo de um semestre. É também explicitado o objetivo e o porquê da escolha do tema e da metodologia utilizada. O capítulo termina com uma síntese da estrutura da dissertação.

## 1.1. Enquadramento

A competitividade vivida atualmente exige ao mundo empresarial uma grande eficiência e eficácia nos seus processos produtivos. Apesar desta enorme competitividade, a consciência de que o ambiente de trabalho influencia a produtividade dos colaboradores faz com que, cada vez mais, este assunto seja alvo de estudo e discussão pela gestão de topo. A procura constante pela melhoria da produtividade passa também pela melhoria das condições de trabalho e por aspetos relacionados com a segurança industrial. A consciência de que os prejuízos materiais e financeiros, causados por um acidente ou incidente podem ser incontroláveis para a sobrevivência de uma empresa, torna necessário a implementação de medidas de prevenção e de controlo que garantam a segurança dos processos e dos trabalhadores envolvidos.

O decorrer dos anos demonstra que uma cultura de segurança sólida é significativamente benéfica para os trabalhadores e organizações. Diversas técnicas de prevenção revelam-se bastante eficientes na prevenção, tanto de acidentes de trabalho como de acidentes ditos “industriais”, associados aos processos e operações. Apesar dos esforços e das rigorosas normas de segurança existentes em alguns países, os acidentes ainda acontecem, uma vez que a intervenção humana é imprescindível em muitos processos produtivos, tornando-se mais difícil controlar os comportamentos dos colaboradores que, direta ou indiretamente, intervêm no processo. O desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento de novos processos de industrialização, especialmente nas indústrias químicas, trouxeram consigo o aparecimento de acidentes industriais graves, sendo que alguns deles ficaram na história, devido aos enormes prejuízos a nível social, ambiental e patrimonial. Um exemplo é o acidente de Chernobyl, sobre o qual não é quantificável o valor dos custos que direta e indiretamente dele surgiram. Acontecimentos históricos como este revelam a necessidade de investir na prevenção, não só de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, mas também de acidentes industriais graves. Atualmente estimulam-se as empresas a incorporarem a análise de fatores humanos na possibilidade de acidentes, uma vez que não só as máquinas falham, como os seres humanos, por

vezes, voluntariamente ou involuntariamente, tomam decisões que poderão levar a um acidente ou incidente. Incentiva-se então o diálogo e as negociações coletivas entre todos os parceiros sociais, assim como ações de controlo da legislação de segurança, levada a cabo pela Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT), no caso da segurança ocupacional, ou pela Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT), no caso da segurança industrial, no âmbito da prevenção de acidentes industriais graves.

A crescente utilização de substâncias altamente inflamáveis e com grandes riscos associados ao seu manuseamento tem vindo a obrigar à elaboração de estudos aprofundados sobre o risco associado a determinados processos produtivos. As análises de risco e os programas de gestão de risco tornam-se ferramentas de enorme importância para a prevenção de acidentes, sendo a análise de fatores humanos uma metodologia muito importante para a identificação de falhas humanas e de possíveis melhorias no processo.

## **1.2. Objetivo Geral**

A escolha do tema abordado nesta dissertação fundamentou-se na crescente necessidade de prevenção do erro humano e na obrigatoriedade que as empresas têm de possuir processos produtivos seguros, assim como no interesse da autora pelas questões de segurança industrial. Neste sentido e mediante uma recomendação feita pela IGAMAOT, a autora teve a oportunidade de participar num estudo de fatores humanos em três processos da empresa Sovena Oilseeds Portugal. Esta análise é parte integrante de um vasto trabalho solicitado pela IGAMAOT.

A presente dissertação tem como objetivo a análise de fatores humanos na empresa SOVENA Oilseeds Portugal, mais especificamente na fábrica de extração de óleos vegetais e de produção de biodiesel. Esta análise permitiu o estudo dos fatores humanos em três processos de descarga de substâncias perigosas, com o intuito de prevenir a ocorrência de erros humanos, que poderão contribuir para a ocorrência de um acidente industrial grave. Para tal, foi utilizada a metodologia *Human-HAZOP*, que permitiu identificar as possíveis falhas durante os três processos, com o objetivo de estudar medidas de controlo que poderão ser implementadas nesses processos, de forma a torná-los mais seguros.

## **1.3. Objetivos específicos**

Neste trabalho, foi possível aplicar conhecimentos técnicos adquiridos em contexto universitário e conhecimentos adquiridos durante a elaboração de uma revisão bibliográfica. Como objetivos específicos têm-se:



1. Identificar as causas e as consequências de possíveis falhas humanas, em três processos de descarga – descarga de hexano na fábrica de extração de óleos vegetais e descarga de metanol e de metilato de sódio na fábrica de produção de biodiesel;
2. Identificar oportunidades de melhoria nos processos analisados anteriormente;
3. Hierarquizar as oportunidades de melhorias.

#### **1.4. Estrutura da dissertação**

Este trabalho encontra-se dividido em 6 Capítulos. O **Capítulo 1** refere-se à introdução do estudo, com um enquadramento do tema e objetivos que a autora se propõe alcançar. De seguida é efetuada uma revisão bibliográfica sobre os temas mais relevantes para o estudo efetuado, sendo apresentada esta parte do trabalho no **Capítulo 2**. A metodologia seguida ao longo do estudo é apresentada no **Capítulo 3**, sendo que, neste capítulo, são referidas as etapas do projeto e as metodologias utilizadas para a elaboração do trabalho. No **Capítulo 4** é efetuada uma caracterização da empresa onde este estudo foi efetuado, identificando os processos produtivos, setores, entre outras informações relevantes para o caso. A apresentação do estudo e seus resultados é desenvolvida no **Capítulo 5**, o qual incide no estudo de caso propriamente dito, onde são analisadas e exploradas as oportunidades de melhoria, tendo em conta as necessidades e interesses da empresa. Por fim, no **Capítulo 6**, é feita uma súmula das principais ações de melhoria propostas e são também referidas as contribuições da autora, as principais limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.



## CAPÍTULO II – Fatores humanos na prevenção de acidentes

---

O presente capítulo incide na revisão de conceitos e definições importantes para a elaboração do estudo. Recorrendo a literatura de referência e estudos recentes, efetuou-se uma breve revisão bibliográfica, onde são abordados os principais conceitos relacionados com o tema e com a análise de risco, assim como os métodos que serão utilizados, mais especificamente o método de análise de falhas humanas, uma metodologia também chamada de *Human-HAZOP*.

Far-se-á um enquadramento histórico da consciencialização da temática dos fatores humanos, abordando os pontos fulcrais que este tema sugere. A elaboração deste capítulo implicou a consulta de artigos de revista sobre a especialidade, livros, bases de dados *online* e dissertações de mestrado, e permitiu à autora aprofundar os seus conhecimentos, antes de iniciar a elaboração do estudo.

### 2.1. Conceitos e definições relevantes

No presente subcapítulo, optou-se por clarificar alguns conceitos empregues no decorrer do trabalho. O conjunto dos termos definidos é importante e pertinente para a execução do estudo, uma vez que, apenas com a distinção adequada de determinados conceitos, será possível a sua correta aplicação. Foram utilizadas diversas definições legais, presentes em diplomas vigentes a nível Nacional e Europeu.

Por exemplo, no que respeita ao conceito de **Perigo**, existem duas definições muito citadas na literatura de segurança, cada uma delas aplicável a um contexto específico. No caso da segurança ocupacional, a definição mais divulgada é dada pela norma OHSAS 18001 (2007), traduzida pela Norma Portuguesa 4397 (2008, p.8), definido perigo como uma “fonte, situação, ou ato com potencial para o dano em termos de lesões ou afeção da saúde, ou uma combinação destes.” Já no caso da segurança industrial, no âmbito da prevenção de acidentes industriais graves, a definição mais conhecida é dada pela chamada Diretiva Seveso, segundo o Decreto-lei nº 254/2007, de 12 de julho de 2007, artigo 2º, alínea j, descrevendo o perigo

como uma “propriedade intrínseca de uma substância perigosa ou de uma situação física suscetível de provocar danos à saúde humana ou ao ambiente”

Igualmente, também existem duas definições de **Risco** que combinam com o conceito de perigo nos dois contextos atrás mencionados. No caso da segurança ocupacional, a NP 4397 (2008, p.10), define risco como a “combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposições perigosas e da gravidade de lesões ou afeções da saúde que possam ser causadas pelo acontecimento ou pelas exposições”. Do ponto de vista do risco para acidente grave, a definição é dada pela diretiva Seveso, afirmando que o risco é “ a probabilidade de ocorrência de um efeito específico dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas” (Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 de Julho de 2007, artigo 2º, alínea m).

Quando se fala em risco, torna-se importante fazer referência ao critério **As Low As Reasonably Practicable** (ALARP) ilustrado na figura 2.1; este defende que os riscos devem ser tão baixos quanto seja praticável, ou seja, os riscos devem ser reduzidos sempre que seja razoável fazê-lo, tendo em conta o custo e benefício destas medidas (Gadd *et al.* 2004). Segundo Jones-Lee e Aven (2011), trata-se de um princípio muito utilizado e que requer a redução dos riscos até níveis tão baixos quanto for possível. No entanto, nem sempre é possível efetuar essa redução devido aos elevados custos que a empresa terá com a implementação de medidas de controlo.

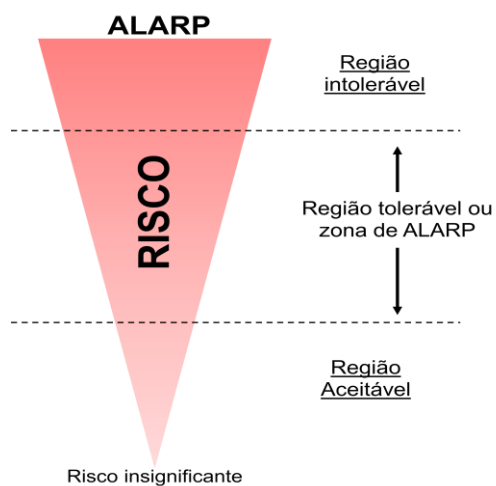


Figura 2.1: Critério ALARP (Adaptado de HSE, 2004, p.3)

O princípio de ALARP define três regiões de risco (figura 2.1) (HSE, 2001):

- **Região intolerável**, onde são necessárias medidas imediatas para redução do risco;
- **Região tolerável**, também conhecida como zona ALARP, onde a redução do risco é desejada; no entanto, deverá existir uma análise de custo-benefício. Para que exista a

implementação de medidas de redução, é necessário que o seu custo não seja desproporcionado aos benefícios que serão conseguidos;

- **Região aceitável**, que tal como o próprio nome indica não é necessário nenhuma medida para reduzir o risco.

Este trabalho foi desenvolvido num estabelecimento industrial que se encontra abrangido pela Diretiva Seveso, no qual os conceitos de **Substância Perigosa** e **Acidentes Industrial Grave** são da maior importância. Recorrendo ao Decreto-lei nº63/2008 de 2 de Abril, também conhecido como Diretiva de REACH, **substâncias perigosas** são substâncias ou preparações classificadas segundo uma das seguintes categorias: explosivas, comburentes, facilmente inflamáveis, extremamente inflamáveis, inflamáveis, muito tóxicas, tóxicas, nocivas, irritantes, cancerígenas, sensibilizantes, tóxicas para reprodução, mutagénicas, e perigosas para o ambiente. Por outro lado, o Decreto-lei n.º 254/2007, de 12 de Julho de 2007, no seu artigo 2º, alínea a), define um **acidente grave** envolvendo substâncias perigosas como um “acontecimento, designadamente uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções, resultante do desenvolvimento não controlado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento abrangido pelo presente decreto-lei, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, no interior ou no exterior do estabelecimento, ou para o ambiente, que envolva uma ou mais substâncias perigosas”;

## 2.2. Diretivas de referência

Dada a atividade económica da empresa que foi objeto de estudo, existem duas diretivas que merecem destaque particular neste enquadramento e que serão referidas a seguir.

### 2.2.1. Diretiva Seveso

Segundo o Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais (31 de Janeiro de 2011), a Diretiva Seveso nasce da necessidade de prevenir e minimizar os riscos de acidentes industriais que, pela libertação de substâncias perigosas, são suscetíveis de provocar consequências graves para a saúde dos trabalhadores, da população e do ambiente.

Para uma adequada contextualização histórica, verificaram-se dois acidentes industriais graves, na década de 1970, que marcaram a evolução da segurança industrial. O primeiro destes acidentes aconteceu a 1 de junho de 1974, com uma explosão de grandes dimensões numa fábrica em Inglaterra, em Flixborough, devido a uma fuga de aproximadamente 30 toneladas de ciclohexano, de onde resultou a morte de 28 trabalhadores e 36 feridos graves, tendo havido ainda um total de 53 feridos fora das instalações da fábrica (CCPS, 2005). Passados cerca de dois anos, a 9 de julho de 1976, numa fábrica de pesticidas e herbicidas na

cidade de Seveso, em Itália, ocorreu a libertação de uma nuvem de vapor contendo grandes quantidade de TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina), substância carcinogénica e muito tóxica. Devido à falta de experiência das autoridades em lidar com situações do género, gerou-se pânico e confusão na população e nos meios de socorro. Estima-se que cerca de 250 pessoas adoeceram, por intoxicação da dioxina, desenvolvendo a doença de cloroacne, tendo cerca de 450 pessoas ficado com queimaduras graves, provocadas pela soda cáustica. Além disso, o acidente contaminou cerca de 17 km<sup>2</sup> e aproximadamente 4 km<sup>2</sup> ficaram inabitáveis. Apesar de apenas se terem registado 4 mortes, o acidente de Seveso tornou-se num dos acidentes mais emblemáticos da história, por ter levado a promulgação, pela comunidade Europeia da Diretiva Seveso (Kletz, 2003).

A Europa inicia assim um processo legislativo no campo da prevenção de acidentes industriais graves, com a publicação da Diretiva Seveso I, com regulamentos industriais mais rígidos. Depois da publicação da Diretiva de Seveso I, surgiu a necessidade de aprofundar as suas exigências, pelo que foi atualizada em 1996 (Diretiva 96/82/CE) e complementada em 2003 (Diretiva 2003/105/CE), ficando conhecida como diretiva Seveso II que traduz as importantes mudanças e novos conceitos que foram introduzidos nessa altura. Esta tem o objetivo de prevenir os acidentes graves com substâncias perigosas e limitar as suas consequências, tanto para o ambiente como para o Homem. (Christou *et al.*, 2000)

Os estabelecimentos podem ser distinguidos consoante a quantidade e a tipologia das substâncias perigosas utilizadas, i.e., um estabelecimento pode ser identificado como de nível superior ou de nível inferior de perigosidade. É importante referir que o estudo foi efetuado num estabelecimento de nível inferior de perigosidade. Apesar da Diretiva de Seveso II (2003) distinguir dois níveis de perigosidade para as instalações, sendo distintas as obrigações para cada situação, podemos dizer que, de uma forma geral, a Diretiva aborda os seguintes aspetos:

- As indústrias são obrigadas a enviar notificações das suas instalações e das substâncias manipuladas para as autoridades competentes;
- Os Estados da União Europeia (EU), antiga Comunidade Económica Europeia (CEE), comprometem-se a implementar políticas de prevenção de acidentes graves;
- As empresas são obrigadas a enviar periodicamente relatórios de segurança, demonstrando a continuidade dos programas de prevenção de acidentes e gestão de riscos;
- As autoridades têm de ter conhecimento dos planos de emergência;

- Os Estados da UE devem seguir as políticas de uso e ocupação do solo, compatíveis com a prevenção de acidentes;
- Deve ser enviada informação às autoridades da ocorrência de acidentes/incidentes graves bem como promover a investigação dos mesmos;
- Os Estados membros da UE devem periodicamente inspecionar as instalações perigosas;

No ano de 2012, foi publicada uma atualização da já existente Diretiva Seveso, a Diretiva 2012/18/CE, também chamada de Diretiva Seveso III, publicada pelo Parlamento Europeu e do Conselho (Diretiva 2012/18/CE, 2012).

Segundo esta nova Diretiva 2012/18/CE (2012), entram em vigor novas regras, que irão permitir aos cidadãos da União Europeia, estarem melhor informados sobre as principais ameaças decorrentes das instalações industriais que se localizem perto das suas casas. Esta Diretiva estabelece que os Estados-Membro devem elaborar planos de emergência para as zonas ao redor do estabelecimento fabril em que existam elevadas quantidades de substâncias perigosas.

Segundo a Rede Notícia (2012), o comissário do ambiente Janez Potočnik afirmou que “a Diretiva Seveso III permitirá uma melhor proteção dos cidadãos e do ambiente contra acidentes graves. E permitirá também que os cidadãos estejam mais informados e mais envolvidos nas decisões de planeamento da ocupação dos solos”.

Os principais avanços da Diretiva Seveso III são:

- Melhorar o acesso dos cidadãos a informações sobre os riscos resultantes de atividades de instalações industriais vizinhas, assim como o conhecimento de como proceder em caso de incidente;
- Melhorar a participação do público interessado em projetos de planeamento da ocupação dos solos relacionados com instalações abrangidas pela Diretiva Seveso;
- Possibilidade de recorrer à justiça, caso a informação ou participação dos cidadãos tenha sido negada;
- Normas mais rigorosas no que diz respeito à inspeção dos estabelecimentos.

Os estabelecimentos podem ser distinguido consoante quantidade e tipologia das substâncias perigosas utilizadas, i.e., um estabelecimento pode ser identificado como de nível inferior ou nível superior de perigosidade. Sendo que as obrigações nos estabelecimentos de nível inferior de perigosidade são menores, quando comparados com os estabelecimentos de

nível superior de perigosidade. Recorda-se que o presente estudo foi efetuado numa empresa com nível inferior de perigosidade, segundo a Diretiva SEVESO.

### 2.2.2. Diretiva ATEX- Atmosferas explosivas

O Decreto-lei nº 236/2003, de 30 de Setembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 1999/92/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro, protege os trabalhadores contra os riscos de exposição a atmosferas explosivas. Segundo a Diretiva ATEX (1999), o empregador deve evitar a formação de atmosferas explosivas, e no caso de não poderem ser evitadas, deve evitar a propagação e deflagração de eventuais explosões, implementando medidas de prevenção.

Esta Diretiva classifica as áreas onde se podem formar atmosferas explosivas, em função da frequência e da duração das mesmas, conforme apresentado:

- **Zona 0** — área onde existe permanentemente, ou durante longos períodos de tempo ou com frequência, uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa.
- **Zona 1** — área onde é provável, em condições normais de funcionamento, a formação ocasional de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa.
- **Zona 2** — área onde não é provável, em condições normais de funcionamento, a formação de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa, ou onde essa formação, caso se verifique, seja de curta duração.
- **Zona 20** — área onde existe permanentemente ou durante longos períodos de tempo ou com frequência uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível.
- **Zona 21** — área onde é provável, em condições normais de funcionamento, a formação ocasional de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível.
- **Zona 22** — área onde não é provável, em condições normais de funcionamento, a formação de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível, ou onde essa formação, caso se verifique, seja de curta duração.

Segundo a Diretiva ATEX (1999), estas áreas devem ser assinaladas com um sinal de aviso próprio, conforme apresentado na figura 2.2.



Figura 2.2: Sinal de Aviso de Atmosferas Explosivas (Diretiva ATEX, 1999)



Segundo a Diretiva, a formação de atmosferas explosivas deve ser prevenida através de medidas técnicas e organizacionais apropriadas à natureza das operações; porém, se a natureza da atividade não permitir evitar atmosferas perigosas, as medidas técnicas e organizacionais devem ser no sentido de evitar a ignição das explosões e atenuar os efeitos prejudiciais das mesmas, por forma a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores.

### **2.3. Enquadramento histórico da segurança**

Segundo Simões *et al.* (2007), as preocupações com os incidentes e acidentes remontam aos tempos dos antigos egípcios e romanos, devido aos trabalhos pesados que eram efetuados pelos escravos. No entanto, a sua importância é reconhecida e estudada no século XX, com o desenvolvimento de algumas indústrias, o manuseamento de produtos e de matérias-primas cada vez mais diversificados e com maiores riscos associados. A percepção de que em caso de acidente a gravidade das consequências seria maior, despertou a necessidade de se adotar uma política de segurança. O forte desenvolvimento industrial motivou uma crescente preocupação ao nível da segurança e saúde no trabalho. Já nas últimas décadas do século XIX, foram dedicados esforços ao estudo dos acidentes, uma vez que a dimensão social e económica já era alarmante. Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT, citado por Takala, 1998), na década de 1980, morriam 180 000 pessoas por ano, vítimas de acidentes de trabalho, e 110 milhões sofriam de lesões não mortais. Na década de 1990, verificou-se que o continente Asiático contribuía para 40% do total, onde as estatísticas apontam para 335 000 vítimas mortais no trabalho. Apesar de não se poder identificar com certeza a causa deste aumento da sinistralidade, o aumento da fiabilidade dos registos estatísticos, a crescente competitividade e a aceleração económica são vistos como os principais fatores que impulsionaram o aumento do número de vítimas mortais (Takala, 1998).

Historicamente, alguns dos acidentes industriais que aconteceram no passado podem ser considerados verdadeiras catástrofes, com consequências ainda hoje sentidas. Segundo Reason (1990), o acidente de Seveso em 1976, a explosão de uma instalação de gás liquefeito na Cidade do México em 1984, o desastre de Chernobyl em 1986, entre outros acidentes industriais graves, contribuíram para a crescente preocupação de prevenção e estudo do erro humano, como forma de prevenir incidentes. Segundo Dorman (2000), os custos resultantes de lesões e doenças profissionais representam, nos países desenvolvidos, mais de 3% do PIB. Os prejuízos económicos associados à crescente consciência social e ambiental, devido à facilidade de divulgação de notícias através da comunicação social, impulsionaram um aumento dos esforços e de estudos na área da segurança, tanto ocupacional como industrial. Os estudos visam a compreensão das causas dos acidentes, concluindo-se que estas são multifatoriais. Apesar dos estudos e dos resultados alcançados, o *Health and Safety Executive* (HSE) Britânico (HSE, 2005), demonstrou que 90% dos acidentes tem como principal causa o erro humano e que cerca de 70% destes poderiam ser evitados.

Na síntese apresentada na tabela 2.1 pode-se verificar que muitos dos acidentes graves que aconteceram no passado, tiveram a influência dos fatores humanos nas suas causas. Desta forma, as organizações devem fazer esforços de reconhecimento dos fatores humanos para que estes sejam geridos e avaliados de forma eficaz na gestão do risco.

Depois dos acidentes resumidos na tabela 2.1, outros acidentes igualmente catastróficos tiveram lugar, como por exemplo a explosão de uma nuvem de nitrato de amónio em Toulouse em 2001, e, mais recentemente, o acidente nuclear de Fukushima, no Japão em 2011. No entanto, parecem não existir ainda publicações com estudos científicos sobre a influência dos fatores humanos nesses acidentes em particular. Sendo assim, a autora optou por não fazer referência aos acidentes que, apesar de mais recentes e igualmente graves, não possuem estudos publicados sobre os fatores humanos.

Tabela 2.1. Influência de fatores humanos em acidentes graves (adaptado de HSE, 2005, p.87)

<u>Acidente, setor e data</u>	<u>Consequências</u>	<u>Contributo humano e outras causas</u>
<b>Three Mile Island, EUA</b> <b>Indústria nuclear (1979)</b>	Danos graves no núcleo do reator nuclear.	Os operadores não conseguiram diagnosticar uma válvula aberta erradamente devido à má conceção do painel de controlo, a distração de ativação de 100 alarmes, formação desadequada dos operadores. Tinham ocorrido falhas de manutenção antes, mas não foram tomadas ações para evitar a sua recorrência.
<b>Union Carbide Bhopal, Índia</b> <b>Processamento Químico (1984)</b>	As instalações libertaram uma nuvem de metilisocianato tóxico. Morreram 2 500 pessoas e mais de um quarto da população da cidade foram afetados pelo gás.	A fuga foi causada por uma descarga de água para um depósito de armazenamento. Tal foi o resultado de uma combinação de erro dos operadores, má manutenção, sistemas de segurança avariados e má gestão da segurança.
<b>Refinaria Texaco, Milford Haven</b> <b>Processamento químico (1994)</b>	Uma explosão no local foi seguida por um incêndio de hidrocarboneto grave e uma série de incêndios secundários. Resultaram graves danos nas instalações, edifícios e depósitos de armazenamento.  (26 colaboradores sofreram ferimentos ligeiros).	O incidente foi causado por hidrocarboneto líquido inflamável que foi bombeado continuamente para um recipiente de processo que tinha a saída fechada. Tal resultou da combinação de: uma leitura de sistema de controlo errada de um estado de válvula, alterações que não tinham sido avaliadas na íntegra, não fornecimento aos operadores de resumos de processo necessários e tentativas de manter a unidade a funcionar quando deveria ter sido encerrada.
<b>Space Shuttle Challenger, EUA</b> <b>Indústria Aeroespacial (1986)</b>	Uma explosão, logo após a descolagem, matou os sete astronautas a bordo.	Junta circular de um dos propulsores de foguetes sólidos partiu-se após a descolagem, libertando um jato de combustível inflamado. Reação desadequada a avisos internos e tomada de decisão de efetuar o lançamento com uma temperatura muito baixa. Resultado de metas de planificação conflituosas e efeitos da fadiga.
<b>Chernobyl, Ucrânia</b> <b>Indústria nuclear (1986)</b>	Reator de 1000 MW explodiu libertando radioatividade para extensas áreas da Europa.  Elevados custos humanos e ambientais.	As causas são discutíveis, mas a equipa de investigação soviética admitiu 'várias infrações deliberadas e sistemáticas' dos procedimentos de segurança por parte dos operadores.

<u>Acidente, setor e data</u>	<u>Consequências</u>	<u>Contributo humano e outras causas</u>
(Tabela 2.1- continuação)		
King's Cross Fire,  Sector de Transportes de Londres (1987)	Um incêndio numa estação de metro em Londres matou 31 pessoas.	Um cigarro abandonado incendiou, provavelmente em conjunto com lixo e gordura por baixo de uma das escadas rolantes. As mudanças organizativas tinham resultado numa limpeza insuficiente das escadas rolantes. O incêndio ocorreu devido à escada rolante de madeira, à falha do equipamento de vaporização e formação desadequada do pessoal em relação a incêndios e emergências. Havia uma cultura que considerava os incêndios inevitáveis.
Herald of Free Enterprise,  Zeebrugge  Sector de Transportes (1987)	Este ferry <i>roll-on/roll-off</i> afundou em águas pouco profundas, matando 189 passageiros e a tripulação.	A causa imediata foi não se terem fechado as portas de proa antes de sair do porto. Sistema de comunicação não eficaz para verificar as portas de proa. O inquérito formal revelou que a empresa estava 'infetada com a doença do desmazelo'. Pressões e fricção comerciais entre a gestão do barco e de terra levaram a que não se tenha aprendido no que respeita a segurança.
Clapham Junction, Londres  Sector de Transportes (1988)	35 pessoas morreram e 500 ficaram feridas numa colisão de três comboios.	A causa imediata foi uma falha nos sinais, causada por um técnico que não conseguiu isolar e remover um fio. As causas contributivas incluíram a deterioração de regras de trabalho, problemas com a formação, padrões de qualidade de testes e de comunicação, má supervisão. Não aprender com incidentes anteriores. Sistema não eficaz para supervisionar ou limitar as horas de trabalho excessivas.
Piper Alpha, Mar do Norte  Alto Mar (1988)	Centro de 67 trabalhadores morreram após uma explosão e incêndio graves, numa plataforma no alto mar.	O inquérito formal revelou uma série de falhas técnicas e organizativas. O erro de manutenção que levou eventualmente à fuga resultou de inexperiência, maus procedimentos de manutenção e má aprendizagem por parte da organização. Houve uma avaria na comunicação e o sistema de autorização de operação na mudança de turno e procedimentos de segurança não foram executados devidamente.
BP, Grangemouth  Refinação de Petróleo (2000)	Três incidentes ocorreram num período de duas semanas: falha na distribuição de energia, rotura do tubo de vapor e incêndio na unidade de <i>cracker</i> catalítico. Interrupção grave de processo, sem ferimentos graves. Todos os incidentes tinham potencial para causarem acidentes graves.	As conclusões principais da equipa de Fatores Humanos explicaram por que razão, apesar dos elevados padrões definidos pela BP, esses padrões nem sempre foram implementados e observados de forma coerente em todas as partes do complexo. As consequências de uma estrutura de gestão não unificada e as diferenças resultantes dos três ramos de negócio históricos que operam no Complexo, em grande parte forneceram uma explicação convincente dos incidentes que ocorreram.  Houve também uma falta de supervisão do desempenho de perigos graves no complexo.

## 2.4. Acidentes e causas

Segundo o *Royal Norwegian Ministry of Labour* (2006) no período de 1996 a 2004, a ocorrência de grandes acidentes na indústria petrolífera no mar do Norte, consequência da fuga de

hidrocarbonetos seguidos de fogo ou explosão, originou vários estudos, que concluíram que 40% dos acidentes, com fugas de hidrocarbonetos, ocorreram em condições normais de funcionamento; porém os restantes 60% desses acidentes, ocorreram devido a intervenção dos operários. As autoridades Norueguesas, na posse destes dados, iniciaram um programa que tinha como objetivo a diminuição das fugas de hidrocarbonetos. Durante este trabalho das autoridades, houve a possibilidade de analisar tanto a parte administrativa e de gestão dos riscos, como a parte comportamental e operacional dos trabalhadores envolvidos na operação. Como resultado desta análise foi possível melhorar as rotinas de inspeção e de manutenção dos equipamentos, assim com implementar melhorias técnicas no procedimento. Este programa cumpriu o seu objetivo, i.e., a redução de acidentes, graças à reciclagem dos operários que permitiu a também a contratação de outros com mais competências (Royal, 2006). Também num estudo descrito por Lorenzo (2001), são identificadas as causas de grandes acidentes ocorridos em indústrias químicas. Este estudo conclui que a falta de conhecimento, erros no projeto e erros no procedimento e na operação, são as principais causas de acidentes, logo terá que existir um mecanismo que permita reduzir tais erros, impossibilitando a ocorrência de novos acidentes.

Segundo Kletz (2001), um acidente é um acontecimento inesperado e indesejado, que provoca danos, que podem ser pessoais, materiais, financeiros e que ocorre de forma não intencional; a eliminação das causas dos acidentes evita que casos semelhantes venham a ocorrer no futuro. A figura 2.3 ilustra os elementos constituintes de um acidente.

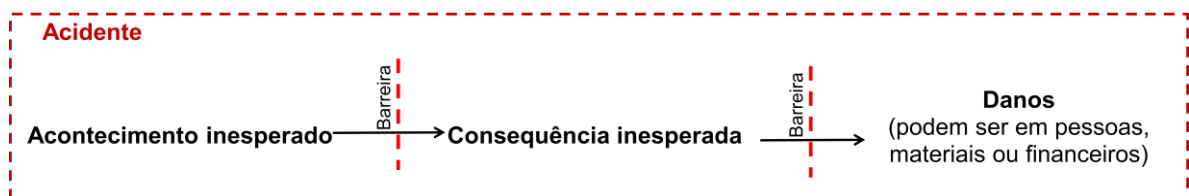


Figura 2.3: Constituintes de um acidente (adaptado de Hollnagel, 2004, p.7)

Dekker (2002) e Reason (1990) defendem que, para a ocorrência de um acidente, tem de existir um fator impulsionador (*trigger*), considerando que a intervenção humana é a causa ou a explicação para muitos acidentes. Atualmente na área da segurança afirma-se que os acidentes se devem a falhas ou erros humanos, sendo que os atos inseguros são hoje em dia, considerados a principal causa de acidentes. Segundo Reason (1997), errar faz parte da natureza humana, uma vez que as pessoas podem melhorar o seu desempenho, mas nunca poderão eliminar os erros - quanto muito poderão minimizá-los. Mediante isto, é necessário prudência na análise de acidentes, sendo imperativo melhorar a conceção dos postos de trabalho e condições de trabalho. Para este autor, é necessário admitir e aceitar que “errar é humano” para se conseguir prevenir os acidentes, apostando mais na componente técnica e organizacional.

Hollanagel (2004) afirma que os acidentes devem ser vistos como um conjunto de fatores e condições diversas que, ao ocorrerem em simultâneo, despoletam o acontecimento não desejado. A explicação para os acidentes, segundo este autor, não está num único elemento, mas sim na combinação de uma diversidade de fatores e condições que, embora em separado não causem nenhum acidente, em simultâneo originam o acontecimento não desejado.

A história e a realização de estudos revelam que muitos dos acidentes ocorridos no passado, tiveram génese em aspetos relacionados com a gestão de topo. São exemplos disso, questões que dizem respeito à organização dos postos de trabalho, no planeamento das tarefas, no tipo de gestão da manutenção, etc. (Vaughan, 1996; Rasmussen 1997; Reason 1997).

### **Modelos de Acidentes**

As dificuldades práticas que surgem durante a investigação e elaboração de relatórios sobre acidentes ocorridos revelam o valor e a necessidade de se ter modelos de casualidade de acidentes. Estas dificuldades refletem os diferentes objetivos das investigações que, por sua vez, refletem diferentes perceções dos acidentes (Benner, 1980). A história da segurança é rica em teorias que tentam, de algum modo, explicar a casualidade dos acidentes. Estes modelos explicam de que forma um sistema é ou não seguro e se é impenetrável. As diferentes perceções de acidentes são o que hoje se denominam de modelos de acidentes (Hollnagel *et al.* 2006).

Hollnagel (2004) classificou os modelos de casualidade dos acidentes como uma categoria de modelos de acidentes, identificando o modelo sequencial. Este pressupõe que os acidentes são o resultado de uma sequência de acontecimentos. O acidente pode acontecer sem que nada o tenha previsto, após um acontecimento inesperado - como por exemplo um ato inseguro - que irá iniciar a sequência de acontecimentos, que terminará num acidente. Neste modelo afirma que os acidentes são vistos como acontecimentos não esperados e não intencionais. Segundo Hollnagel (2002), os primeiros modelos sequenciais veem o acidente como resultado de uma causa única, sendo esta uma visão muito simplista e já ultrapassada. Um exemplo de um modelo sequencial é a teoria do dominó, publicada em 1931 por Herbert William Heinrich, tendo esta sido revista por Frank Bird Jr.

Segundo Heinrich (1959), para se prevenir a ocorrência de um acidente, cada elemento, deveria atuar no elemento anterior. Neste modelo, cada elemento (peça do dominó) é representativo de diferentes variáveis que levam à ocorrência de um acidente (figura 2.4).

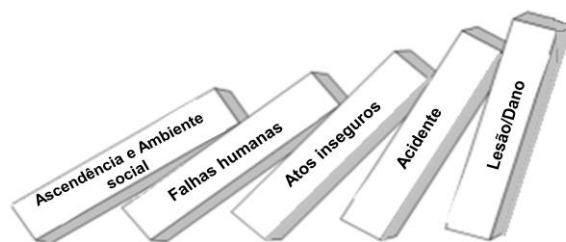


Figura 2.4: Teoria do dominó (adaptado de Heinrich, 1959, 4<sup>th</sup> Edition)

Neste modelo, Heinrich (1959) explica que a personalidade de cada indivíduo, ou seja os seus antecedentes e ambiente social em que vive, é um dos fatores que poderá fazer com que algumas pessoas sejam mais suscetíveis de desencadear acidentes do que outras, uma vez que, dependendo da sua personalidade, assim será a sua forma de agir perante certas condições. O segundo fator a ter em conta será a falha humana. Isto porque se está na natureza humana errar, as pessoas irão falhar a determinada altura, e deve-se ter isso em conta. O terceiro fator a considerar será o ato inseguro ou condição perigosa, considerando que esta é a presença de algum elemento físico que possa desencadear a ação indesejada. Por fim, e depois do desencadear da ação, temos o acidente, propriamente dito que poderá causar uma lesão ou dano. Segundo Miguel (2002), a eliminação do fator central, i.e. do ato inseguro ou condição perigosa, constitui a base para prevenir a ocorrência de um acidente, sendo que esta eliminação poderá ser efetuada através de um controlo direto da atividade e do ambiente ou com o reforço da formação dos colaboradores. Assim, a teoria do dominó já só tem valor histórico, porque atualmente é considerada muito simplista.

Outro modelo muito conhecido, e mais recente é o modelo do “Queijo Suíço” (Reason, 1990, 1997). Este modelo é classificado por Hollnagel (2004) como sendo um modelo epidemiológico, que tal como o próprio nome indica, faz uma analogia a uma doença, ou seja o acidente resulta da combinação de múltiplos fatores, podendo eles ser fatores ativos, se os efeitos sentidos forem observados imediatamente, ou fatores latentes, se os efeitos permanecerem camuflados por períodos de tempo, e apenas se tornam evidentes, quando se combinam com outros fatores. Encontra-se ilustrado na figura 2.5, o modelo do “Queijo Suíço”. Neste modelo verificamos que as barreiras são as medidas que impedem o perigo de se propagar para um acidente/incidente. No entanto estas não são infalíveis, tem algumas imperfeições. Estas imperfeições são representadas pelos “buracos” do queijo, que podem ser falhas ativas ou latentes do sistema. Uma falha ativa é uma falha que tem impacto direto e instantâneo sobre a integridade das defesas, como são atos inseguros efetuados por pessoas que se encontram em contacto com o sistema diretamente. As falhas latentes, por exemplo, são os defeitos em equipamentos, organização deficiente, formação inadequada, controlos inadequados, falhas de comunicação, entre outros. Estas falhas podem estar camufladas nas organizações durante muito tempo. No entanto, os acidentes ou acontecimentos adversos acontecem devido à combinação de falhas ativas com as falhas latentes (Reason, 2000).

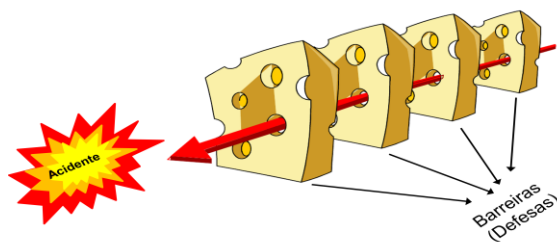


Figura 2.5: Modelo do “Queijo Suíço” (adaptado de Reason, 2000, p. 769)

Cada “buraco” é considerado como uma fraqueza do sistema, porém, cada uma destas debilidades isoladamente não provoca nenhum acontecimento indesejado. Como já referindo acima, apenas a ocorrência em simultâneo destas fraquezas, provocará um acidente. A combinação de falhas ativas e falhas latentes é ilustrada na figura 2.5 pelo alinhamento dos “buracos”. Os acidentes podem então resultar de um seguimento de falhas, ou seja, para que um acidente ocorra é necessário uma sucessão de diferentes causas (comportamentos inseguros, falhas técnicas, falhas organizacionais...). Segundo Fragata e Martins (2004, p.68), um acidente ocorre “quando uma trajetória de erro se alinha devido à infeliz coincidência de atos pouco seguros e de falhas latentes do sistema e sempre que neste alinhamento de trajetórias, as defesas pré-estabelecidas não consigam barrar a trajetória”. Este modelo clarifica que os acidentes organizacionais não ocorrem devido a um único erro humano, mas pela interconexão de vários fatores que ocorrem em vários níveis da organização.

As teorias de Reason, relacionadas com a casualidade dos acidentes, como as relativas ao erro humano, constituem o principal suporte teórico da metodologia do HSE (2005) aplicado nesta dissertação; por isso ter-lhes sido dado particular enfoque neste capítulo.

## 2.5. Fatores humanos e erro humano

Atualmente os sistemas de controlo possuem um elevado grau de automatização, porém, o processo ainda depende dos operadores, sendo a sua intervenção decisiva para o sucesso da operação. Deste modo, a inclusão do estudo de fatores humanos é importante, quando se elabora uma análise de risco (CCPS, 2008).

O fator humano é um conceito muito amplo e muito vasto na gestão de segurança. Segundo o HSE (2005, p.11), os fatores humanos “referem-se a fatores ambientais, organizativos e fatores profissionais e características humanas e individuais, que influenciam o comportamento no local de trabalho de uma forma que pode afetar a saúde e segurança”. Reason (1990) afirma que é no trabalhador que reside a possibilidade de falhar, ou seja, é o trabalhador que tem a capacidade de determinar o que é certo e o que é errado, uma vez que são os trabalhadores que, todos os dias, estão na presença de tecnologias perigosas, que as constroem e as utilizam para os mais variados fins. É por isso natural que o fator humano seja um importante

fator a ter em conta na prevenção de acidentes. Segundo este autor, os erros podem assumir diferentes formas, podendo ter origens psicológicas variadas e ocorrer em diferentes partes de um sistema complexo, e ter incidências muito diferentes e variadas, dependendo da situação vivida, sendo importante a existência de diferentes métodos de gestão para os controlar. Ao nível do controlo da gestão de topo, pode-se distinguir dois tipos: os controlos externos, constituídos por regras, regulamentos e procedimentos que devem ser seguidos; e os controlos internos, que dizem respeito ao conhecimento e a princípios adquiridos com a experiência e com a formação.

Segundo Reason (1997), os controlos administrativos são definidos por três categorias:

1. Regras e regulamentos prescritos pela organização;
2. Formação e experiência dos trabalhadores (presume que os trabalhadores compreendam os objetivos e possuam conhecimento e capacidade para os alcançar);
3. Misto das duas categorias anteriores (normas organizacionais e objetivos, desempenho humano e controlo do processo).

Segundo Reason (1997), em qualquer categoria existem três fatores muito importantes, representados na figura 2.7., que garantem o equilíbrio entre o controlo inicial e final, sendo eles a organização, o tipo de trabalho ou atividade e a formação de cada indivíduo:

- **Organização**, incluindo padrões de trabalho, recursos, comunicação, liderança. Esses valores são frequentemente descurados durante a conceção das funções, mas irão ter influência no comportamento individual e do grupo;
- **Aspeto profissional (a função ou o trabalho)**, que irá incluir áreas como a natureza da tarefa, carga de trabalho, ambiente de trabalho e o *design* do local de trabalho. As tarefas devem ser efetuadas de acordo com os princípios ergonómicos, tendo em conta as limitações e os pontos fortes do ser humano. Para isso, a tarefa deve ser adequada em função dos pontos fortes mentais e físicos.
- **Aspetos individuais (formação dos indivíduos)**, estes incluem requisitos de tomada de decisões, de perceção e atenção.



Figura 2.6: Fatores essenciais para o controlo administrativo (Adaptado de HSE, 2005, p.11, Versão Portuguesa)



Atualmente, a sociedade vê quem erra como alguém que não agiu de forma correta e portanto, é responsável por toda e qualquer consequência posterior à ocorrência do erro. Segundo Reason (1990), os erros são ações planejadas que não atingiram o resultado pretendido; é uma falha na sequência de acontecimentos planejados, sendo que o facto das ações não correrem como planejado poder ter consequências indesejadas. A expressão erro, é empregue para designar um estado que se desvia do esperado, enquanto o termo falha refere-se a uma causa hipotética do erro. Podemos classificar uma falha como ativa, quando esta causa o erro, e por falha latente, aquela que diretamente não causa erros, mas que facilita a sua ocorrência (Reason, 2000).

A problemática do erro humano tem vindo cada vez mais a ter um papel preponderante na prevenção de acidentes. Este facto foi possível devido à consciência de que muitos acidentes ocorridos no passado resultaram diretamente de erros humano. Na tabela 2.1, apresentada anteriormente, pode-se verificar de que forma os fatores humanos contribuíram para a ocorrência de determinados acidentes. De forma a realçar a responsabilidade humana, como uma das principais causas para a ocorrência de acidentes graves, o *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) em 1994, compilou vários resultados de estudos científicos, de forma a averiguar a verdadeira amplitude desta temática (tabela 2.2) (citado em Barbosa e Haguenauer, 2009):

Tabela 2.2: Estudo de erros na indústria de processos químicos: Magnitude dos problemas dos erros humanos (fonte: Barbosa e Haguenauer, 2009, p.4; baseado no *Center for Chemical Process Safety*, 1994).

<u>Estudo</u>	<u>Resultado</u>
<b>Garrison, 1986</b> Erro cometido on-site	Até 1984, os erros humanos causaram, em acidentes industriais graves, prejuízos superiores a 563 milhões de dólares.
<b>Joshchek, 1981</b>	80-90% de todos os acidentes nas indústrias químicas foram causados por erros humanos.
<b>Rasmussen, 1989</b>	A análise de 190 acidentes graves na indústria, demonstraram que as 4 principais causas são: conhecimentos insuficiente (34%); erros de projeto (32%); erros de procedimento (24%) e erros pessoais (16%).
<b>Butikofer, 1986</b>	Causas dos acidentes em petroquímicas e refinarias: falhas de equipamento e de projeto (41%); falhas de pessoal e de manutenção (41%); procedimentos inadequados (11%) e outros (2%).
<b>Uehara e Hasegawa, 1986</b>  Industriais química japonesa entre 1968 e 1980	Erros humanos representam 58% das causas básicas de incêndios em refinarias: gestão inadequada (12%); projeto inadequado (12%); materiais inadequados (10%); falhas de operação (11%); falhas de inspeção (19%); falhas de manutenção (9%) e outros erros (27%).
<b>Oil Insurance Association Report on Boiler Safety, 1971</b>	Erros humanos correspondem de 67% a 73% de todas as perdas em caldeiras durante a partida e explosões em operações respetivamente.

Segundo Reason (1990), existem duas abordagens diferentes para estudar o erro humano, uma tendo em conta o ser humano e outra o sistema. No entanto, estas abordagens originam

dois tipos de filosofias de gestão diferentes. Uma das abordagens centra-se na pessoa, focando os atos inseguros (erros ou violações de segurança) - aqui os atos inseguros surgem na forma de esquecimentos, desatenção, falta de cuidado, negligência, imprudência e falta de motivação. As medidas para prevenir tais atos inseguros centram-se na diminuição da variabilidade do comportamento humano. Trata-se de uma teoria que considera que as coisas más acontecem a pessoas más, sendo que os seguidores desta teoria apoiam campanhas que apelam ao medo e a culpabilização, como forma de prevenção de acidentes (Reason, 2000).

Por outro lado, a abordagem ao sistema considera que os humanos falham e que estes erros já são esperados. Esta teoria afirma que a origem dos erros resulta das condições de trabalho e não da negligência do homem. Segundo Reason (2000), o que interessa é saber o porquê de o sistema ter falhado, i.e., não é importante saber quem cometeu o erro, mas sim quais as barreiras que falharam e porque é que falharam. Esta abordagem sugere que os erros e acidentes são resultado de uma longa cadeia de falhas, latentes e ativas que ao se alinharem, originam um acidente (Reason e Hobbs, 2004). Nesta abordagem o objetivo é conhecer as causas, procurando construir um sistema seguro; assim, é possível encontrar falhas latentes e corrigi-las, evitando a ocorrência de erro, e se acontecer, diminuir a gravidade do dano. Esta abordagem promove uma “cultura de segurança”, uma vez que devido à impossibilidade de mudar a condição humana, existe sempre a possibilidade de alterar as condições de trabalho (Reason, 2000).

Reason (1997) refere a classificação de Ramussen em três níveis o desempenho humano (Figura 2.8):

- Nível SB (*Skill-Based*) - Tarefas praticadas de modo automático, rotina;
- Nível RB (*Rule-Based*) - Aplicações de conhecimento definido em procedimentos;
- Nível KB (*Knowledge-Based*) -Aplicação de conhecimento obtido por formação;

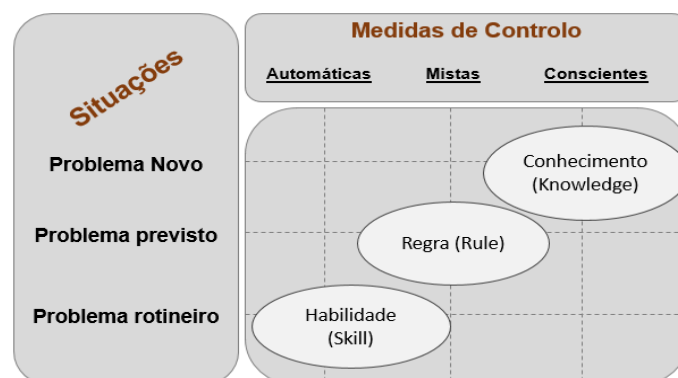


Figura 2.7: Níveis do desempenho humano (Fonte: Reason 1997 citado por Costella e Saurin, 2005, p.2)

O erro humano pode ser definido como a falha nas ações planeadas, sem a intervenção de um acontecimento imprevisto (Reason, 1997). Ainda segundo Reason (1997):

- Deslizes e lapsos – **Ações não intencionais**. Os deslizes são erros de atenção ou de percepção em ações observáveis, referindo-se a um desvio na intenção de forma não intencional. Os lapsos são acontecimentos mentais internos, como por exemplo a falta de memória;
- Enganos do tipo R (*Rule based mistakes*) – **Ações intencionais**. Estes erros são enganos baseados em comportamentos que requerem a aplicação de regras e de procedimentos, ou seja, tratam-se da aplicação incorreta da regra ou aplicação da regra errada;
- Enganos do tipo K (*Knowledge-based mistakes*) – **Ações intencionais**. São enganos ao nível do conhecimento e ocorrem quando o trabalhador se depara com novas situações e aplica de forma intuitiva uma decisão para a nova situação.
- Violações – **Ações intencionais**. Podemos distinguir quatro tipos de infrações: violações de rotina caracterizam-se como sendo um desvio habitual de práticas regulares, as violações excecionais são violações não rotineiras ditadas por circunstâncias locais externas, violações situacionais são violações não rotineiras ditadas pelas circunstâncias locais, e as violações negligentes são atos de sabotagem ou de vandalismo.

Na figura 2.8 estão ilustradas os diferentes tipos de erro humano, segundo o HSE (2005):

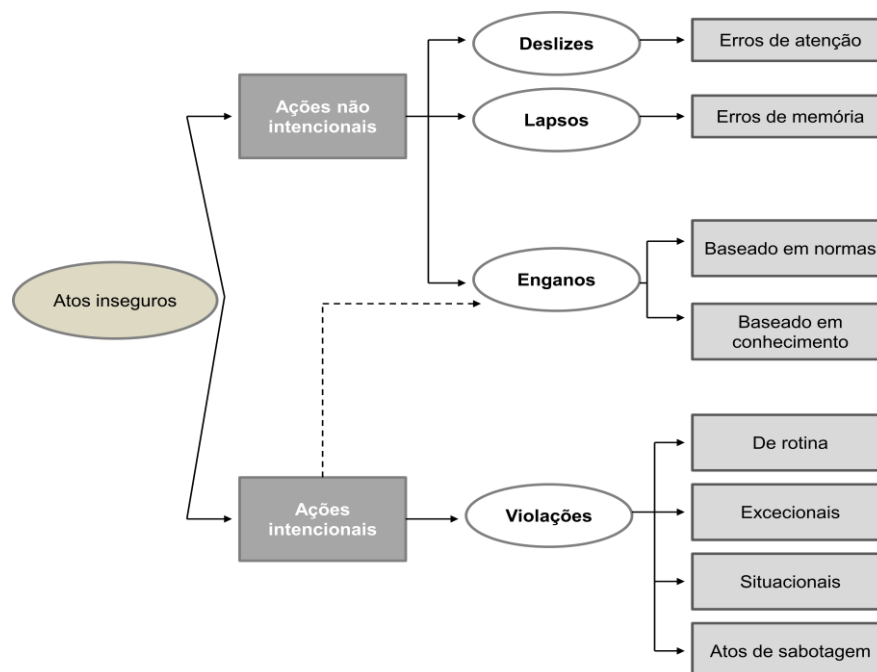


Figura 2.8: Tipos de erro humano (Fonte: Adaptado HSE, 2005, p.13)

Segundo o HSE (2005), os acidentes são causados por falhas ativas e condições latentes, que podem levar a um erro humano ou violações. Como já referido, as falhas ativas são atos ou condições que precipitam situações de acidente, sendo as consequências imediatas. As suas ocorrências podem geralmente ser evitadas por sistemas de conceção, formação e operação.

As condições latentes são influenciadas pela gestão, ou pelas pressões sociais a que os colaboradores estão expostos. Trata-se da cultura da empresa e dão conta da “ forma como as coisas são realizadas aqui”. Estas influenciam a conceção de equipamentos ou supervisão deficiente. As condições latentes poderão levar a falhas latentes, que poderão combinar-se de forma imprevista. Na figura 2.10, encontra-se representada a perspetiva de fatores humana nas causas de acidentes.

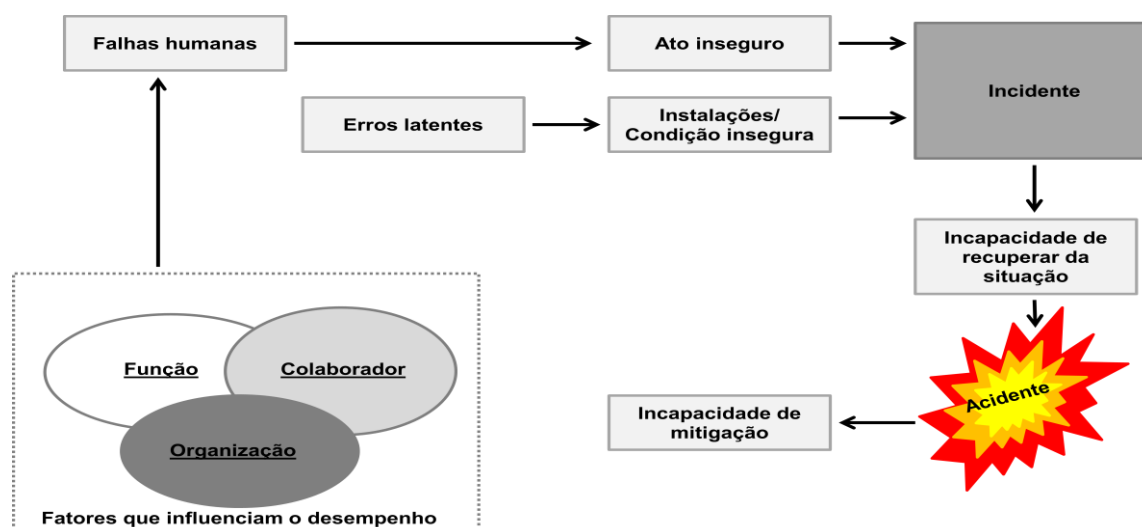


Figura 2.9: Perspetiva dos fatores humana na ocorrência de acidentes (Fonte: Adaptado HSE, 2005, p.24)

## 2.6 Fatores humanos em análise de risco

Segundo Harms-Ringdahl (2013), existem muitas técnicas de análise de tarefas e de erros humanos, porém no contexto deste estudo não se justifica uma revisão extensiva do tema, pelo que a autora optou por dar maior relevância à metodologia que foi utilizado para a elaboração deste trabalho.

Os erros humanos podem ter consequências nefastas numa organização, sendo por isso necessária a procura de medidas de controlo e de estratégias que restrinjam a possibilidade de erro (Harms-Ringdahl, 2001). A análise de erros humanos é de extrema complexidade, uma vez que o desempenho humano não pode ser compreendido pela sua descomposição, mas sim considerando o sistema como um todo (Hollanagel, 2004). Segundo Embrey e Kirwan (1994), existe um número considerável de métodos disponíveis, focados na identificação de erros humanos, porém a sua aplicação requer rotinas bem estabelecidas, isto porque é necessário encontrar uma base na qual a análise é conduzida.

Entre o final dos anos 1940, e início dos anos 1950, surge uma metodologia que abrange uma variedade de técnicas relacionadas com o fator humano. Segundo Annet e Stanton (2000), a análise de tarefas ou “*tasks analyses*”, desenvolveu-se em grande parte no campo da psicologia, onde originalmente os métodos focavam as tarefas efetuadas por cada indivíduo,

em especial dos trabalhadores manuais e operários de processo. Podem-se distinguir duas abordagens diferentes - a abordagem orientada para a ação e a abordagem orientada para o cognitivo. Esta última incide sobre a parte cognitiva do indivíduo, ou seja, os processos mentais que sustentam o comportamento observável, desde a tomada de decisões, até à resolução de problemas. Esta metodologia não é considerada um método para identificação dos riscos, porém pode ser de enorme importância na análise de segurança de um determinado processo, uma vez que nos dá uma descrição das tarefas. Desta forma torna-se mais fácil analisar a possibilidade de erro humano (Harms-Ringdahl, 2001).

Uns anos mais tarde, na década de 1960, surge um dos primeiros métodos focados na análise de perigos, chamado de análise de segurança no trabalho (JSA-*Job Safety Analysis*). Este método dá especial atenção às tarefas executadas por um indivíduo ou por um grupo. Requer a divisão do trabalho em tarefas e em seguida identifica os perigos de cada uma das tarefas. Segundo Harms-Ringdahl (2001), Grimaldi, foi um dos primeiros autores a descrever este método em 1947, sendo mais tarde referenciado por McEroy em 1974 e, em 1980 por Heinrich et al. Este método teve como ponto de partida outros métodos, como é o exemplo do “Task Analysis”, referido anteriormente. Podem ser distinguidas quatro fases principais no método JSA, para além da fase de preparação e a fase de conclusão, sendo elas (Grimaldi, 1947, Harms-Ringdahl, 2003):

1. Decomposição da tarefa principal em tarefas elementares;
2. Identificação dos perigos, em cada um das tarefas elementares. Para esta identificação deve ter-se em conta o procedimento normal de trabalho, com as rotinas de início e de fim de trabalho, obtenção de materiais ou limpeza da linha, afinação da máquina, assim como operações de manutenção, inspeção e reparação do produto;
3. Avaliação dos riscos associados a cada perigo,
4. Finalmente, devem ser propostas medidas de segurança, com o objetivo de redução ou eliminação dos riscos referidos anteriormente

Na mesma altura em que surge o método JSA, aparece também a metodologia HAZOP (Hazard and Operability Studies), com o objetivo específico de ser aplicada à indústria química de processo. Foi desenvolvido pela *Imperial Chemical Industries*, em 1963, no Reino Unido. O objetivo era ser utilizada em projetos de instalações, onde se queria detetar situações inseguras (Kletz, 1983). Possibilita encontrar desvios, que possam ser prejudiciais, podendo causar danos, lesões ou outras forma de perdas (Taylor, 1994).

A análise de perigos e operabilidade (HAZOP) consiste num estudo em que são aplicadas palavras-chave para identificar todos os desvios do projeto pretendido, com o objetivo de identificar possíveis perigos. A utilização da metodologia HAZOP requer toda a documentação sobre os procedimentos, sendo muito utilizada durante ou depois da finalização dos

fluxogramas de engenharia em fase anterior ao detalhe do projeto. Requer um trabalho multidisciplinar no uso de uma abordagem sistêmica para identificar os perigos ou os problemas operacionais resultantes de desvios das intenções de projeto para o processo analisado, que podem causar acidentes. Para levar a cabo uma análise HAZOP, é necessário reunir uma equipa cujo seu líder terá de ter experiência na condução de HAZOP e conhecimento sobre as instalações que serão estudadas, conduzindo a análise através de determinadas palavras-chave (LEES, 2005) (tabela 2.3).

Tabela 2.3: Exemplo de palavras-chave (Fonte: Adaptado LEES, 2005)

Palavra-Chave	Significado
NÃO OU NENHUM	Ausência
MAIS	Acréscimo quantitativo
MENOS	Decréscimo quantitativo
TANTO QUANTO	Acréscimo qualitativo
PARTE DE	Decréscimo qualitativo
REVERSO	Oposto lógico da intenção de projeto
OUTRO QUE	Susbtuição completa

Esta técnica permite que as pessoas libertem a sua imaginação, pensando em todas as possibilidades de existir um acontecimento indesejado ou um problema operacional. Para garantir a eficácia do estudo, a análise deve ser efetuada de forma sistemática, analisando cada tarefa individualmente, de forma a não permitir a omissão ou esquecimento de nenhuma possibilidade de falha. Este trabalho permite registar uma lista de perigos identificados e de problemas operacionais, permitindo fazer recomendações ou propor medidas de melhoria (Lees, 2005). Pode ser feita a distinção entre quatro tipos de HAZOP (Rausand, 2005):

- HAZOP de processo;
- *Human*-HAZOP;
- HAZOP de procedimento;
- HAZOP de *software*.

Segundo Rausand (2005), o *Human*-HAZOP é uma especialização da metodologia original HAZOP, focado na operabilidade do processo produtivo. Esta especialização é focada na ocorrência de erros humanos em vez das falhas técnicas, permitindo identificar o potencial de falha humana durante as operações críticas e/ou atividades de manutenção. É ainda possível fazer recomendações para otimizar os fatores que influenciam o desempenho humano, tais como (ABB, 2012):

- Ajudar a reduzir o risco de acidentes causados por falhas humanas;
- Demonstrar como os fatores humanos influenciam o desempenho de certas atividades;
- Permitir uma avaliação dos fatores humanos para os riscos de acidentes graves;

- Conseguir atingir a participação das pessoas na identificação de possíveis melhorias para o local de trabalho.

A descrição da metodologia *Human*-HAZOP será aprofundada no Capítulo 3, uma vez que se trata da metodologia utilizada para a elaboração deste estudo; porém é importante referir que a metodologia *Human*-HAZOP assenta em determinadas etapas que deverão ser seguidas, durante a execução da análise, como ilustrado na figura 2.11.

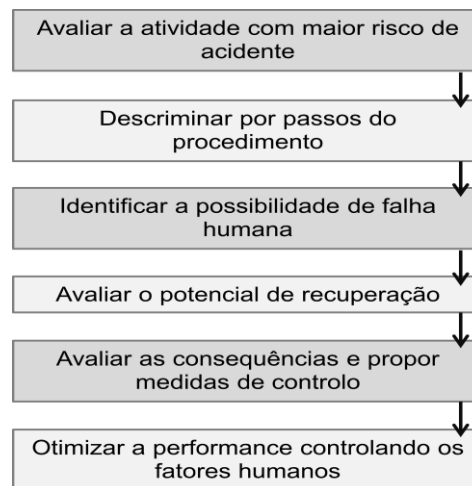


Figura 2.10: Etapas chave no Human-HAZOP (Fonte: Adaptado ABB Limited,2012)





## CAPÍTULO III - Metodologia

---

Este capítulo descreve a metodologia seguida ao longo da execução do estudo. Primeiramente é efetuada uma abordagem geral às etapas seguidas ao longo do projeto, seguindo-se uma descrição mais detalhada do estudo propriamente dito e da metodologia de análise *Human-HAZOP*; finalizando com a síntese do estudo prático efetuado.

### 3.1. Metodologia geral e etapas principais do trabalho

Como já foi referido no Capítulo 1, quer o objetivo do estudo, quer os processos onde se deveria realizar, resultaram de uma recomendação da IGAMAOT. Esta necessidade constituiu uma oportunidade para a realização desta tese. Por coincidência, a autora tinha proposto à empresa várias alternativas de trabalho, entre as quais se encontrava a proposta de estudo de fatores humanos em segurança, a qual mereceu prioridade. A metodologia geral seguida neste trabalho está ilustrada no diagrama da figura 3.1.

Uma vez que as fábricas de extração e de produção de biodiesel estão abrangidas pelas Diretivas SEVESO e ATEX, torna-se necessária uma gestão da segurança apertada, tanto a nível da prevenção de acidentes industriais graves, como na prevenção de acidentes de trabalho. A Sovena Oilseeds Portugal concluiu que as descargas de metanol, metilato de sódio e hexano tinham um potencial perigoso e que, por esse motivo, era necessário analisá-las. Estes processos, com potencial perigoso, têm a intervenção de trabalho manual, ou seja, são os trabalhadores que executam determinadas tarefas, pelo que o risco de ocorrerem falhas humanas é uma variável a ter em conta uma vez que é difícil prever o comportamento humano. Porém, apesar de não ser possível prever o seu comportamento, é possível diminuir a variabilidade das tarefas executadas pelos operadores.

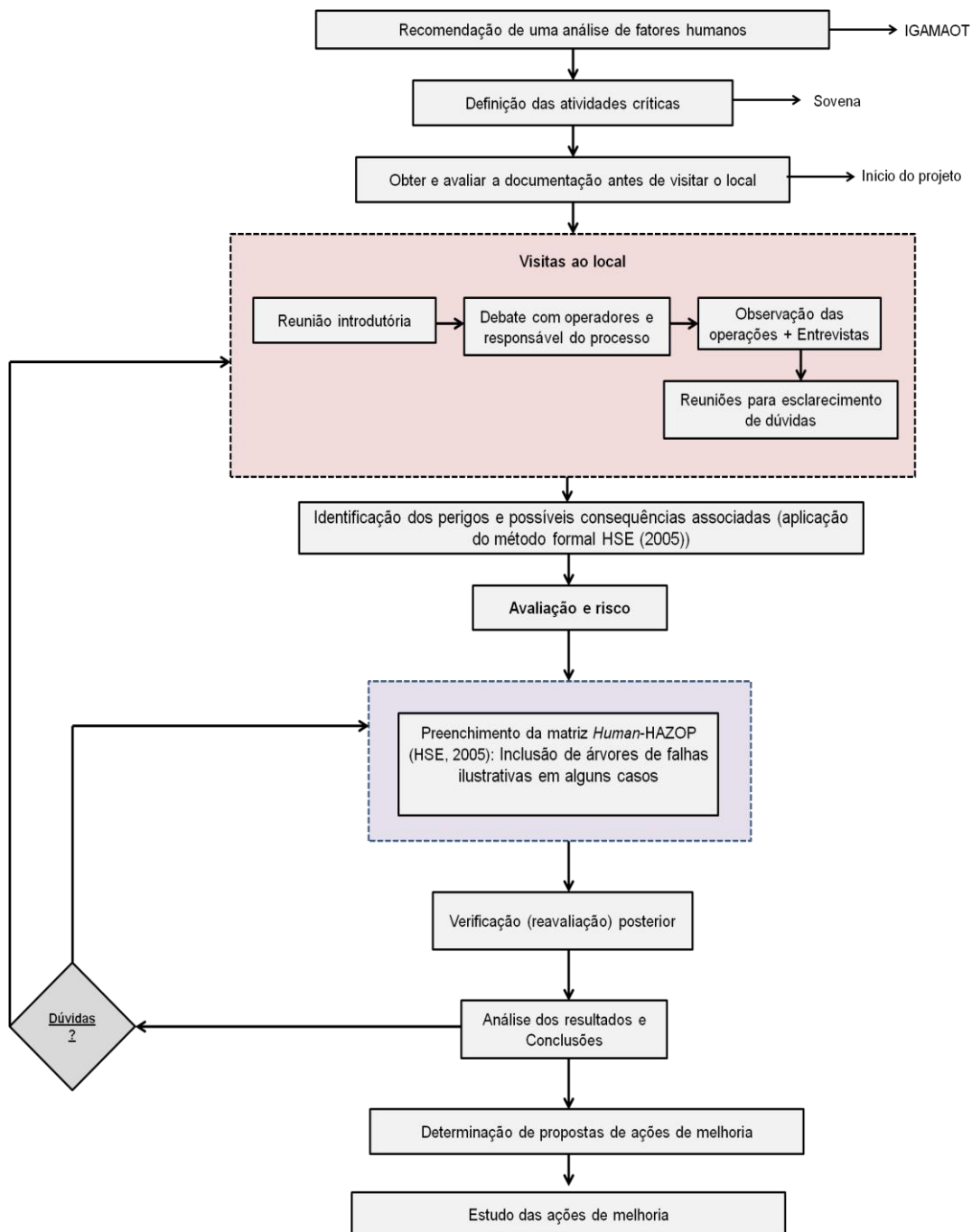


Figura 3.1: Etapas do projeto

Uma vez definidas as atividades críticas, foi necessário reunir com a equipa de gestão local, para explicar o objetivo deste estudo e apresentar o tema dos fatores humanos. Esta reunião serviu para compilar a informação necessária sobre a empresa, assim como conhecer os processos produtivos que seriam estudados. Nesta reunião, foram disponibilizados também todos os documentos necessários à análise, mais especificamente fichas de segurança, descrição dos processos, regras de segurança e dados históricos da empresa.

O passo seguinte, após a confirmação do tema e estabelecimento dos objetivos que se queriam atingir com este estudo, consistiu em visualizar o processo. Esta fase começou com uma reunião introdutória sobre o processo, seguindo-se a apresentação do local e das tarefas executadas pelos trabalhadores. Nesta fase, foi possível debater ideias de modo a perceber e esclarecer quaisquer dúvidas que fossem surgindo, assim como observar o que ocorre na prática e conhecer a opinião dos trabalhadores que executavam a tarefa. A aplicação da entrevista informal foi de enorme importância, tanto nesta fase em particular, como ao longo do processo, uma vez que possibilita a recolha de dados e compreensão do processo de forma mais abrangente e fiável.

Depois de recolhida a informação, foi necessário organizá-la e fazer uma análise sistemática e exaustiva, de forma a procurar os possíveis desvios de cada tarefa, provocados pelo comportamento humano, que poderiam ter consequências tanto para a saúde do trabalhador, como para a segurança da empresa. Esta fase permitiu à autora um estudo aprofundado sobre as tarefas efetuadas pelos operadores, possibilitando analisar o risco dos processos estudados. Nesta fase, a ajuda da responsável de segurança foi fulcral para o desenrolar e preenchimento das tabelas de análise de fatores humanos.

A possibilidade de deslocação à fábrica, para observação ou execução de entrevistas informais aos operadores, esteve presente ao longo de todo o estudo, uma vez que sempre que surgia uma dúvida, a melhor maneira de a desfazer era através do diálogo direto com os operadores ou da observação da sua forma de trabalhar.

Para finalizar o estudo, foi marcada uma reunião com o intuito de resolver assuntos pendentes, e mostrar o trabalho desenvolvido a todos os intervenientes no processo produtivo. A autora teve a possibilidade de expor as suas conclusões, debatendo-as, tendo sido apresentada a totalidade de ações de melhoria propostas neste trabalho. Por fim, foram estudadas as ações de melhoria, identificando-se quais as mais significativas e que merecem maior atenção por parte da organização.

## **Entrevistas**

As entrevistas são um meio de comunicação simples e muito prático, sendo uma importante técnica de recolha de informação através de um diálogo simples e claro. As entrevistas são uma forma de recolher dados e de adquirir conhecimento através de indivíduos, funcionando como um intercâmbio de pontos de vista entre duas ou mais pessoas sobre um tema de interesse. Ao longo dos anos, a entrevista tem vindo a ser um procedimento de recolha de informações e de dados importantes nas mais variadas áreas, incluindo a engenharia (Kvale, 1996).

Existem mais de que um tipo de entrevista, sendo escolhida pelo entrevistador, mediante as necessidades, a mais apropriada a aplicar. Segundo Laville e Dione (1999), a entrevista não-estruturada é cada vez mais utilizada na pesquisa, deixando à pessoa que está a ser entrevistada a possibilidade de decidir a forma como quer responder, tratando-se de uma entrevista não direcionada e muito flexível, que não exige a necessidade de seguir uma estrutura bem definida.

## **3.2. Metodologia específica aplicada**

### **3.2.1. Metodologia *Human*-HAZOP**

Segundo a autoridade Britânica do Health and Safety Executive (HSE,2005), os fatores humanos são referenciados pelas indústrias como sendo um dos principais temas para a melhoria contínua, podendo ser identificados por níveis. Os fatores humanos são muitas vezes o fator contributivo para as causas de acidentes graves. Distinguem-se os níveis consoante os seus temas, podendo estes ir desde aspetos vastos, a temas mais específicos e pormenorizados. Na tabela 3.1, estão representados os três níveis de fatores humanos referidos pelo HSE (2005). Os temas de nível 1 dão orientações no sentido de melhorar todos os locais de trabalho, os temas de nível 2 são temas que podem ser aplicados na maioria dos locais de trabalho, e os temas de nível 3, são aplicados em locais de trabalho selecionados e em certas alturas no ciclo de negócio.

Quando o objetivo é o estudo de fatores humanos, devem ser analisados um ou dois temas do nível 1, uma vez que este nível dar-nos-á a capacidade de saber como é feita a gestão dos fatores humanos em determinado local. A escolha de temas de nível 2 baseia-se normalmente em informações especiais sobre temas mais específicos. Os temas de nível 3 devem ser utilizados quando o objetivo é a disponibilidade de informações especiais, que em determinada altura se revelam importantes, como por exemplo, quando o objetivo é reduzir os níveis de recursos humanos em instalações ou há preocupações dos sindicatos sobre a fadiga resultante de padrões de turnos pouco apropriados. A escolha do tema será influenciada pela natureza do local e nível de automatização dos processos. Em instalações com um nível de automatização elevado, os temas deverão ser as respostas a emergências ou manuseamento de alarmes, mas em instalações com um nível baixo de automatização, i.e., com operações manuais, é importante escolher temas de níveis inferiores, capazes de identificar a forma como o local de trabalho previne acidentes graves e o papel dos trabalhadores nesses sistemas (HSE, 2005).

Tabela 3.1: Níveis de análise de fatores humanos (Fonte: Adaptado de HSE, 2005, p.5)

Nível 1: Temas principais		
1.1	Garantia de competências	Essencial para um bom desempenho de fatores humanos em <b>todos</b> os locais de trabalho
1.2	Fatores humanos na investigação de acidentes	
1.3	Identificação da falha humana	
1.4	Fiabilidade e facilidade de aplicação de processos	
Nível 2: Temas comuns		
2.1	Resposta a emergências	Temas de fatores humanos relevantes na <b>maioria</b> dos locais de trabalho
2.2	Erro de manutenção	
2.3	Comunicação essencial para a segurança	
2.4	Cultura de segurança	
Nível 3: Temas específicos		
3.1	Manuseamento de alarmes e <i>design</i> de sala de comando	Aspectos sobre de fatores humanos importantes, mas apenas para <b>alguns locais</b> de trabalho e em <b>algumas alturas</b> .
3.2	Gestão de riscos de fadiga	
3.3.	Mudanças organizativas e gestão de transição	

As falhas humanas são por vezes um fator contributivo para a ocorrência de acidentes; porém poucas são as organizações que de forma pró-ativa procuram identificar os problemas de desempenho humano. Como já foi descrito no Capítulo 2, podem ser distinguidos diferentes tipos de falhas humanas, as intencionais e as não intencionais. Resumidamente, as não intencionais, podem ser erros físicos ou erros mentais, em que se efetua determinada tarefa da forma errada, pensando ser a maneira correta, sendo por vezes executadas em “modo automático”. As falhas intencionais, são falhas efetuadas de forma consciente, uma vez que o trabalhador sabe exatamente qual a forma correta de efetuar determinada tarefa, mas opta por uma forma errada. Estas são geralmente chamadas de violações de segurança (ou também de infrações) (HSE, 2005).

HSE (2005) distingue dois tipos distintos de avaliação da fiabilidade humana. A avaliação qualitativa, que visa identificar as potenciais falhas humanas, de forma a otimizar os fatores que poderão influenciar o desempenho humano. Por outro lado, existem as avaliações quantitativas que, além disso, visam calcular a probabilidade de ocorrência de tais falhas.

O objetivo deste estudo foi efetuar uma análise qualitativa, sendo esta abordagem geralmente denominada por *Human*-HAZOP. Este estudo permitiu a identificação das falhas humanas que poderão contribuir para os acidentes industriais graves, permitindo a existência de um controlo mais eficaz. É necessário considerar aspetos mais vastos que as avaliações de riscos de erro humano, ou seja, por vezes torna-se necessário uma abordagem mais vertical da organização. A metodologia *Human*-HAZOP é uma adaptação do original (HAZOP), e centra-se no estudo dos fatores humanos de um determinado processo. De forma indutiva, assume-se que os acidentes são uma consequência direta de uma falha humana. A identificação das falhas humanas está associada às tarefas realizadas, à avaliação das suas causas e consequências, sendo preferencialmente realizada por uma equipa multidisciplinar de trabalho (ABB, 2012).

As principais fases da metodologia são (HSE, 2005):

- **Fase 1:** Considerar os principais perigos do local.
- **Fase 2:** Identificar as atividades manuais que afetam estes perigos. O objetivo desta fase é saber as interações humanas com o sistema que constituem uma fonte considerável de risco.
- **Fase 3:** Delinear as etapas principais nestas atividades. Nesta fase, devem ser feitas visitas aos locais de trabalho e feitas entrevistas aos trabalhadores, permitindo definir o que o trabalhador tem que realizar.
- **Fase 4:** Identificar potenciais falhas humanas. Nesta fase devem identificar-se desvios possíveis, distinguindo-se as falhas intencionais e as falhas não intencionais, considerando as palavras-chave apresentadas na tabela 3.2, tendo sido esta a taxonomia utilizada no presente trabalho.
- **Fase 5:** Identificar os fatores que tornam estas falhas possíveis;
- **Fase 6:** Gerir as falhas utilizando uma hierarquia de controlo;
- **Fase 7:** Gerir a recuperação de erros.

Tabela 3.2: Identificação da fase 4, na metodologia *Human*-HAZOP (Fonte: Adaptado de HSE, 2005, p.30)

Uma tarefa pode:	Exemplos
Não ser concluída	Inexistência de comunicação
Ser parcialmente concluída	Pouco ou por pouco tempo
Ser concluída na altura errada	Demasiado cedo ou demasiado tarde
Ser concluída de forma inadequada	Demais, por demasiado tempo, no objeto errado, na direção errada, demasiado rápido/lento
<b>Ou</b>	
Fases da tarefa podem ser concluídas na ordem errada	
Pode ser selecionado ou concluída uma tarefa ou procedimento errado	
Desvio deliberado de uma regra ou procedimento ("Infração de processo")	

Na fase 4, pode também ser utilizada, como referido no HSE (2005), uma lista de falhas idênticas às palavras-chave da metodologia original HAZOP. A lista de palavras-chave apresentada na tabela 3.3 pode ser utilizada em vez da versão simplificada da tabela 3.3.

Tabela 3.3: Palavras-Chaves da metodologia *Human*-HAZOP (Fonte: Adaptado de HSE, 2005, p.32)

<b>Erros de ação</b>	
A1	Operação demasiado longa / curta
A2	Operação mal cronometrada
A3	Operação na direção errada
A4	Operação demasiado pequena / grande
A5	Operação demasiado rápida / lenta
A6	Mau alinhamento
A7	Operação certa no objeto errado
A8	Operação errada no objeto certo
A9	Operação omitida
A10	Operação incompleta
A11	Operação demasiado cedo/ tarde
<b>Verificação de erros (C-Checking)</b>	
C1	Verificação omitida
C2	Verificação incompleta
C3	Verificação certa no objeto errado
C4	Verificação errada no objeto certo
C5	Verificação demasiado cedo/ tarde
<b>Erros de recuperação de informação</b>	
R1	Informações não obtidas
R2	Obtidas informações erradas
R3	Recuperação de informação incompleta
R4	Informações interpretadas incorretamente
<b>Erros de comunicação de informação</b>	
I1	Informação não comunicada
I2	Comunicada informação errada
I3	Comunicação de informação incompleta
I4	Comunicação de informação não clara
<b>Erros de seleção</b>	
S1	Seleção omitida
S2	Efetuada seleção errada
<b>Erros de planeamento</b>	
P1	Plano omitido
P2	Plano incorreto
<b>Violações</b>	
V1	Ações deliberadas

Para proceder a uma análise detalhada dos riscos associados a fatores humanos, foi utilizada a tabela sugerida por HSE (2005). Na tabela 3.4, é dada a explicação de como preencher a tabela.

Tabela 3.4: Tabela de registo de identificação de fatores humanos (Fonte: adaptado de HSE, 2005, p.33)

Análise de fatores humanos em situações atuais (A)				Medidas adicionais operacionais e fatores humanos FH (B)		Observações
Descrição da tarefa (C)	Falhas prováveis (D)	Potencial de recuperação (E)	Consequências potenciais (F)	Medidas de prevenção (G)	Medidas para reduzir as consequências (H)	Comentário (I)

**(A): Análise de fatores humanos em situações atuais** - Nem todos os erros ou falhas humanas têm consequências indesejáveis: podem haver oportunidades de recuperação antes de atingir as consequências pormenorizadas na coluna seguinte. É importante ter em conta na avaliação a recuperação de erros, de outro modo o contributo humano para o risco será sobrestimado. Um processo de recuperação segue geralmente três fases: *deteção* do erro, diagnóstico do que correu mal e de que forma é feita a correção do problema;

**(B): Medidas adicionais operacionais e fatores humanos (FH)** - São apresentadas nesta coluna sugestões práticas de prevenção de erros. Pode incluir-se alterações de regras e de procedimentos, formação, identificação das instalações ou alterações de engenharia;

**(C): Descrição da tarefa ou fase da tarefa** – Nesta coluna devem ser identificadas as fases de tarefa retiradas do procedimento;

**(D): Falhas humanas prováveis** - Esta coluna regista os tipos de erros humanos que são considerados possíveis para esta tarefa. Inclui também uma breve descrição do erro específico. Deve-se ter em conta que pode surgir mais de um tipo de erro de cada diferença ou aspeto identificados;

**(E): Potencial de recuperação** - Nesta coluna regista-se se há possibilidade de recuperação antes que ocorram as consequências;

**(F): Consequências potenciais** – Nesta coluna identificam-se as consequências em caso de não existir a eliminação da falha; registando-se as consequências que podem ocorrer em resultado de falhas humanas descritas nas colunas anteriores;

**(G): Medidas para prevenção** – Devem identificar-se e registar as medidas de prevenção;

**(H): Medidas para reduzir as consequências** – Nesta coluna regista-se as medidas que têm como objetivo reduzir e melhorar o potencial de recuperação. Esta coluna especifica sugestões sobre a forma como as consequências de um incidente podem ser reduzidas ou aumentado o potencial de recuperação, caso ocorra uma falha;

**(I): Comentários** - Esta coluna oferece a possibilidade de inserir observações ou comentários adicionais não incluídos nas colunas anteriores e pode incluir observações gerais, ou referências a outras tarefas, fases de tarefas, cenários ou documentação detalhada. Podem também documentar-se aqui as áreas onde é necessária clarificação.



### 3.2.2. Alterações à metodologia *Human-HAZOP*

Para melhorar a compreensão e permitir uma visão mais global do procedimento representado na matriz de análise original, representada na tabela 3.a., a autora desta dissertação introduziu três pequenas modificações na metodologia original, discriminadas de seguida.

#### **Alteração nº 1:**

Na segunda coluna do cabeçalho principal (B), onde na metodologia original constava “Medidas adicionais operacionais e fatores humanos”, alterou-se essa designação para “Medidas operacionais e fatores humanos”. Esta alteração permite registar a totalidade de medidas de controlo importantes, independentemente de já estarem ou não implementadas.

#### **Alteração nº 2:**

Na terceira coluna (referente às observações), foi efetuada uma modificação no seguimento da primeira alteração. Na metodologia original, na segunda coluna, seriam apresentadas as medidas de controlo que não tinham sido implementadas, sendo a terceira coluna reservada para observações diversas sobre os procedimentos analisados. No seguimento da primeira alteração já referida, a segunda alteração consistiu em utilizar a terceira coluna para especificar as ações de melhoria sugeridas, distinguindo se é uma nova medida de segurança ou apenas um reforço de uma medida já existente. Assim, a denominação da terceira coluna, anteriormente designada por “Observações”, passará para “Medidas adicionais (Reforço ou Melhoria).

#### **Alteração nº 3:**

No decorrer do trabalho, surgiu a ideia de introduzir árvores de falhas ilustrativas da situação real de perigo, uma vez que para a ocorrência de acidentes, em muitos casos, era necessário a coexistência de mais do que um acontecimento indesejado. Desta forma, a introdução desta alteração gráfica permitiu dar uma visão mais pormenorizada no processo analisado.

O método de árvore de falhas (FTA) foi originalmente usado em 1962 no *Bell Laboratories*, por H.A. Watson, para avaliar o sistema de controlo do míssil balístico intercontinental *Minuteman I* (Ericson, 1999). A FTA consiste numa representação gráfica, onde são apresentadas as várias combinações de falhas, que resultam num acontecimento indesejado. A ferramenta utiliza a lógica booleana para combinar uma série de acontecimentos de nível inferior. Este método é utilizado principalmente no domínio da engenharia de segurança para determinar os riscos de um determinado sistema ou procedimento (Kumamoto e Henley, 1996).

O método da árvore de falhas é conhecido em todo o mundo como uma preciosa ferramenta de avaliação de segurança e fiabilidade. A FTA é uma metodologia de avaliação qualitativa e quantitativa, permitindo a compreender qual a possibilidade do sistema falhar e que medidas podem ser usadas para ultrapassar essas falhas (Kumamoto e Henley, 1996). Trata-se de um

diagrama lógico que demonstra as relações entre a consequência e a falha, sendo um processo dedutivo que, partindo de um acontecimento indesejado pré-definido, se vão identificando as possíveis causas de tal ocorrência (figura 3.2 e tabela 3.5).

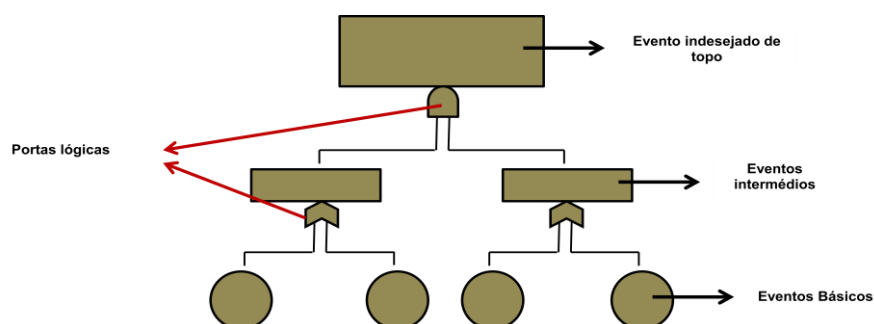


Figura 3.2: Árvore de falhas (adaptado Rausand e Hoyland, 2004)

Tabela 3.5: Simbologia da técnica FTA (fonte: Rausand e Hoyland, 2004)

Símbolo	Designação
	Porta E – Acontecimento de saída de falha, se falharem todas as entradas
	Porta OU – Acontecimento de saída de falha, se falhar qualquer uma das entradas
	Porta OU exclusiva
	Acontecimento
	Acontecimento básico ou elementar
	Símbolo de transferência
	Acontecimento por desenvolver

### 3.3. Aplicação prática - Síntese

O estudo aqui efetuado requereu, como já foi mencionado antes, uma pesquisa de informação sobre o tema de fatores humanos. A pesquisa possibilitou um melhor conhecimento sobre os aspetos técnicos e as metodologias utilizadas ao longo do estudo efetuado, tendo sido o ponto de partida para a realização da breve revisão bibliográfica (Capítulo 2).

Durante o preenchimento da tabela de análise de fatores humanos, referida pelo HSE (2005), sentiu-se a necessidade de efetuar certas alterações que facilitaram posteriormente a análise. As alterações 1 e 2 tinham como objetivo a especificação das medidas de controlo mais importantes (medidas de prevenção e de proteção) já implementadas nas fábricas analisadas, fazendo referência especificamente às novas ações de reforço ou de melhoria propostas pela

autora. A alteração 3, i.e., a introdução de árvores de falhas na tabela *Human-HAZOP*, permitiu a visualização das combinações necessárias para a ocorrência de acidentes.

Uma vez identificadas as oportunidades de melhoria, foi elaborado um plano de implementação das medidas propostas. Para o efeito recorreu-se a uma matriz de prioridade (GUT), de forma a estabelecer qual a ordem de implementação mais adequada. Segundo Gomes (2006), a matriz de prioridades (GUT) permite estabelecer uma ordem das ações de melhoria propostas, tendo em conta determinados critérios:

- a) Gravidade (G):** Este critério trata-se do impacto que o problema pode gerar;
- b) Urgência (U):** Este critério diz respeito ao tempo disponível ou necessário para a resolução dos problemas;
- c) Tendência (T):** É o potencial de crescimento do problema.

Para que se possa iniciar a construção da matriz GUT é necessário utilizar pontuações de 1 a 5. O objetivo destas pontuações é a ordenação das ações de melhoria por ordem decrescente, i.e., as medidas com maior pontuação são as que na opinião da autora trarão maiores vantagens ao processo.

Ainda segundo Gomes (2006), a elaboração de uma matriz GUT, pressupõe a elaboração de um *brainstorming*, sendo esta uma técnica que promove o trabalho de equipa e pretende substituir o pensamento crítico pelo pensamento criativo.

Neste trabalho para definição das prioridades das ações de melhoria propostas, foi utilizada uma adaptação da matriz de GUT, utilizando os critérios identificados de seguida:

- a) Custo de implementação:** Avalia o investimento necessário em termos de orçamento;
- b) Complexidade na implementação:** Analisa a abrangência do projeto e o esforço institucional colocado para a sua implementação;
- c) Impacto da implementação:** Impacto das medidas de controlo depois de implementadas.



## CAPÍTULO IV – Caraterização da empresa

---

Neste capítulo faz-se uma breve descrição da organização onde se efetuou o estudo, iniciando-se com uma caraterização geral do grupo *Sovena*, incidindo maioritariamente na empresa *Sovena Oilseeds*, Portugal. São também, abordados os processos produtivos existentes, dando maior importância aos processos de extração de óleos vegetais e de produção de biodiesel, uma vez que a análise de fatores humanos elaborada no Capítulo V incidirá nas fábricas onde estes processos ocorrem. A compreensão e análise da organização permitirá uma melhor contextualização e um enquadramento do trabalho efetuado e da sua função na melhoria contínua dos processos desta organização.

### 4.1. Origem

A Sovena Oilseeds Portugal, S.A, até 2007 denominada de Tagol (Companhia de Oleaginosas do Tejo, S.A.), foi fundada a 1973 pelas Fábricas Mendes Godinho S.A., com o objetivo de fornecer matérias-primas à indústria de alimentos compostos para animais.

Em 1975 inicia a sua atividade com a laboração da primeira fábrica de extração e em 1979, concluiu-se a construção do silo portuário de 30 000 toneladas e do ponto provisório de acostagem de navio, havendo assim a possibilidade de descarregamento do navio diretamente para as instalações da empresa. Em 1981, entra em funcionamento a segunda fábrica de extração e, em 1989 inicia-se a laboração da refinaria de óleos vegetais.

Em 1999, a antiga Tagol é adquirida pelo grupo Alco, tendo sido a sua denominação alterada, em 2008 para Sovena Oilseeds Portugal, S.A.. Atualmente, a empresa faz parte de um grupo multinacional formado por quatro áreas de negócio (figura 4.1).

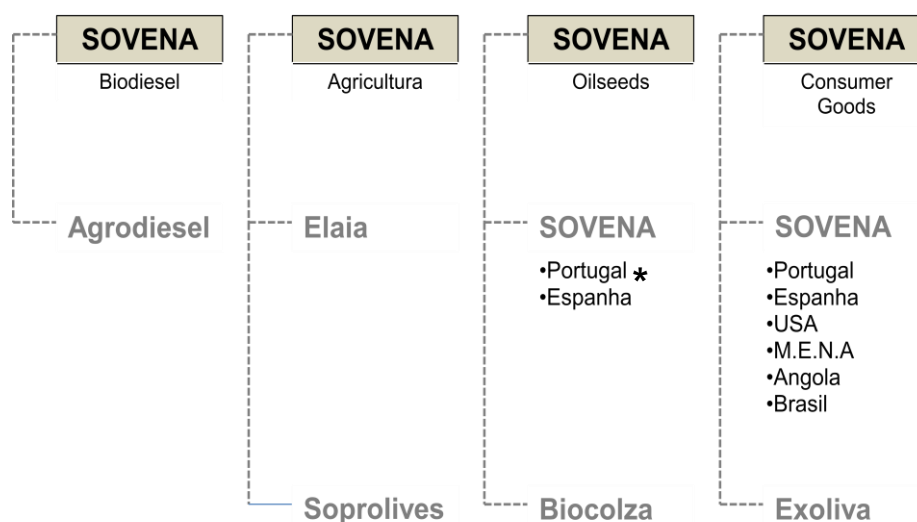


Figura 4.1: Organização do Grupo Sovena (\* Unidade onde foi efetuado o estudo)

A Sovena Oilseeds dedica a sua atividade industrial à extração e refinação de óleos de girassol, colza e soja, produção de biodiesel, carga, descarga e armazenamento de grãos sólidos e líquidos. Tem capacidade para abastecer todo o grupo Sovena, assim como outros mercados nacionais e internacionais, abastecendo também indústrias de alimentação animal com farinhas resultantes do processo de extração. Fornece óleos vegetais para utilização alimentar ou industrial, tendo uma posição predominante na comercialização de farinha de girassol.

Possui uma refinaria e duas unidades separadas de extração, sendo um fornecedor estratégico de diversas empresas nacionais e internacionais, devidos à sua excelente localização e capacidade de armazenagem, extração e refinação. As instalações da Sovena Oilseeds Portugal S.A. possuem uma localização privilegiada na margem sul do Rio Tejo (figura 4.2), permitindo a acostagem de navios oriundos de todo o mundo, estando ligada a uma rede de estradas e autoestradas que permitem o fácil acesso ao Norte e Sul de Portugal, assim como Espanha.

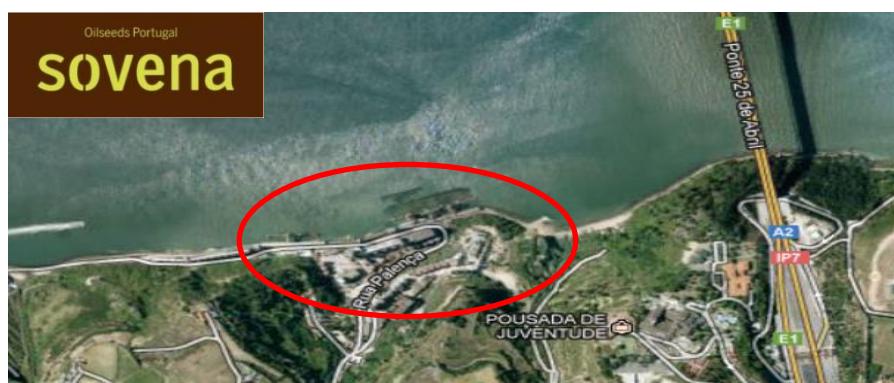


Figura 4.2: Fotografia da localização da Oilseeds

## 4.2. Organização da empresa

A procura pela melhoria contínua e a diminuição da probabilidade de ocorrência de acidentes industriais graves, são objetivos das organizações industriais onde existe manuseamento de substâncias perigosas. A melhoria dos processos, dos postos de trabalho e das condições da fábrica são variáveis de extrema importância, uma vez que o ambiente circundante influencia o desempenho do operador. Sendo assim, a prevenção de acidentes industriais graves não passa apenas pela melhoria do desempenho do operador, devendo existir uma análise aprofundada a toda a atividade, investindo não só em formação e sensibilização dos trabalhadores, mas também em medidas técnicas e organizacionais que possam vir a melhorar e a prevenir a ocorrência de acidentes. A figura 4.3 esquematiza a estrutura da gestão organizacional da Sovena Oilseeds Portugal.

A caracterização da força de trabalho desta empresa será feita por meio de três variáveis específicas, sendo elas a faixa etária, o nível de escolaridade e a antiguidade (anos de trabalho na empresa). A Sovena Oilseeds Portugal possui um total de 118 trabalhadores, dos quais 16 estão na fábrica de produção de biodiesel e 31 na fábrica de extração de óleos vegetais (processos sobre os quais incide esta dissertação). Os restantes trabalhadores estão distribuídos pelo armazenamento, expedição, receção de matérias-primas, refinaria, entre outros serviços. A tabela 4.1 mostra a distribuição por sexo (masculino/feminino) e faixa etária em cada uma das unidades em estudo. Conclui-se que, a Sovena Oilseeds Portugal, é uma empresa maioritariamente constituída por trabalhadores do sexo masculino, uma vez que, do total de trabalhadores, apenas 12 são trabalhadores do sexo feminino. A existência de trabalhadores do sexo feminino faz-se sentir mais nos laboratórios de qualidade, serviços administrativos, bem como responsáveis de departamento.

Tabela 4.1: Caracterização global dos colaboradores da Sovena Oilseeds Portugal

Fábrica	Homens	Mulheres	Nº de colaboradores	Faixas etárias		
				<26	[26, 45]	>45
Extração	32	0	32	3	12	17
Biodiesel	15	1	16	2	6	8
Outros	59	11	70	-	-	-
Total	106	12	118	-	-	-

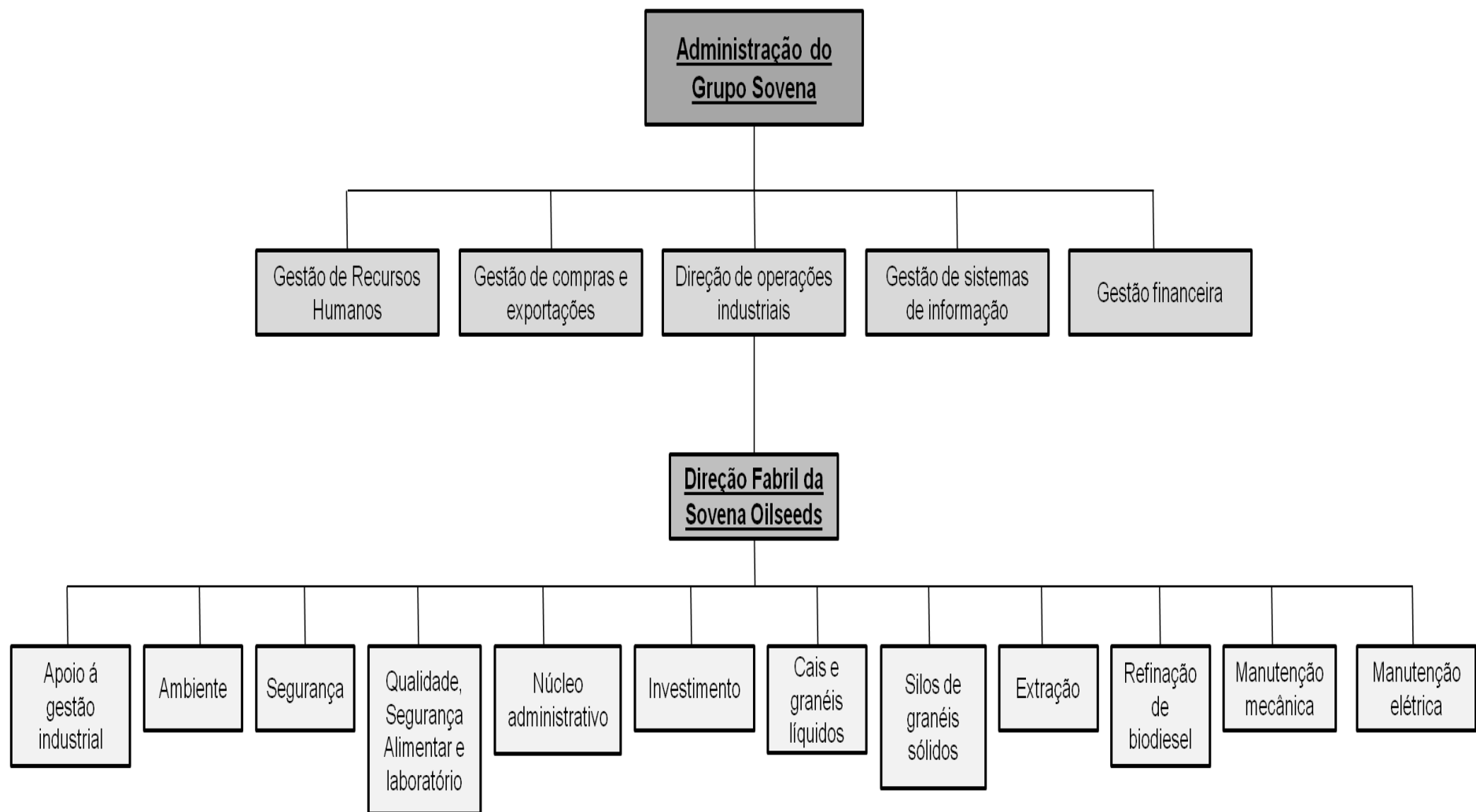


Figura 4.3: Organograma e áreas de negócio da Sovena Oilseeds Portugal (Fonte: Sovena Oilseeds Portugal).



Quanto ao nível de escolaridade e antiguidade na empresa, no caso da fábrica de extração, a distribuição é a que se mostra na figura 4.4. Na figura 4.5, estão representados os níveis de escolaridade e antiguidade na fábrica de biodiesel.

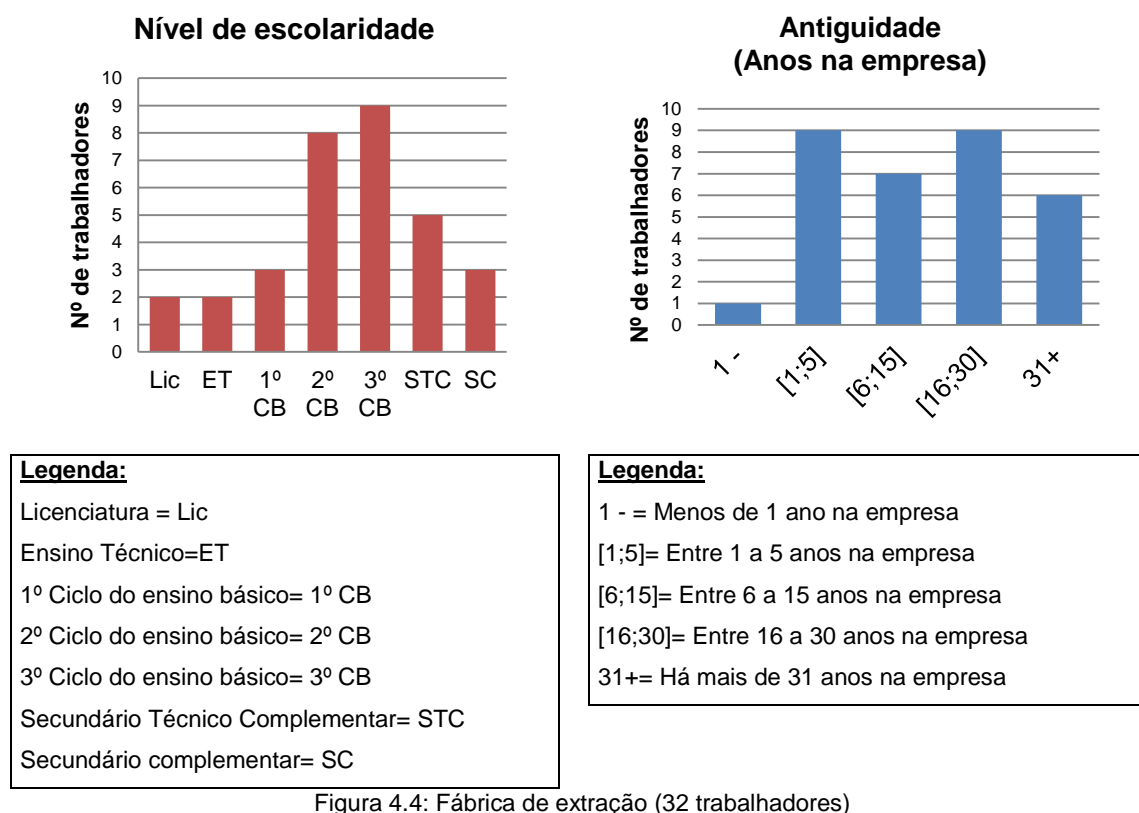


Figura 4.4: Fábrica de extração (32 trabalhadores)

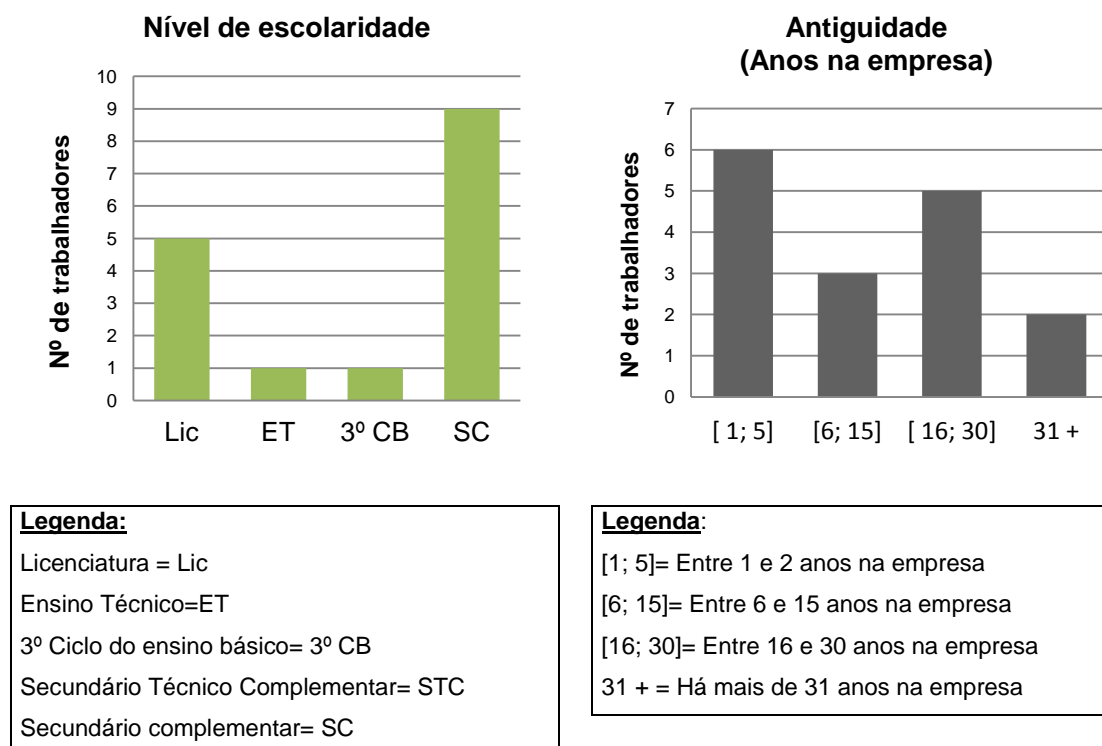


Figura 4.5: Fábrica de biodiesel (16 trabalhadores)

Conclui-se que os trabalhadores da fábrica de biodiesel possuem um nível de escolaridade mais elevado quando comparado com a fábrica de extração. No que diz respeito à antiguidade, regra geral, os trabalhadores da fábrica de extração encontram-se na organização há mais anos que os trabalhadores da fábrica de biodiesel. Estas diferenças estão relacionadas com o facto da unidade de biodiesel ter iniciado a laboração em 2007 e da empresa estar a apostar na contratação de licenciados.

### **Organização dos serviços de SST**

A organização da gestão da Segurança e da Saúde no Trabalho da Sovena Oilseeds Portugal, S.A., é feita mediante a distinção de dois serviços que se complementam, os serviços internos e os serviços externos. Os primeiros estão diretamente ligados ao funcionamento da empresa, são formados por colaboradores da própria organização. Os serviços externos, apesar de auxiliarem e serem de enorme importância para a mesma, não fazem parte da população total da empresa, são serviços contratados para reforçar e completar os serviços internos.

De forma sintética, os serviços internos, tratam de assuntos relacionados com a segurança da organização, enquanto os serviços externos, tratam dos aspetos relativos à saúde dos colaboradores da organização.

Os serviços internos são constituídos por 2 colaboradores, que são responsáveis pela segurança, fazendo cumprir a legislação, reduzir e controlar os níveis de sinistralidade, assim como manter uma estratégia de melhoria contínua na qualidade de trabalho. Por outro lado, os serviços externos não fazem parte da organização diretamente, no entanto, a sua existência é de enorme importância, pois asseguram um apoio imediato aos colaboradores em caso de acidente, assim como cuidados médicos prolongados. Nas instalações existe um posto médico equipado, de modo a assegurar medidas de primeiros socorros, assim como consultas e exames médicos aos colaboradores.

### **4.3. Processos**

A Sovena Oilseeds Portugal, S.A., engloba serviços portuários, de armazenagem, produção industrial de óleos vegetais, refinação, produção de biodiesel e produção de eletricidade. No desenrolar deste trabalho será feita uma análise do risco ao nível de atividades críticas, já definidas pela empresa anteriormente. Será também feita uma análise das descargas de metanol e metilato de sódio, substâncias envolvidas na produção de biodiesel, em descarga de hexano, que está envolvida no processo de extração.

### **a) Serviços portuários**

Possui um terminal na área concessionada pela Administração do Porto de Lisboa, constituído por dois cais. O primeiro com 180 metros de comprimento e 17 metros de profundidade, apropriado para navios de 80 toneladas. O segundo cais tem 100 metros de comprimento e 13 metros de profundidade, sendo destinado a navios de 30 toneladas. O primeiro cais possui três pórticos de descarga de granéis sólidos e dois carregadores pneumáticos, com capacidades de 600 e 800 toneladas por dia. O outro cais está dotado de um pórtico e um carregador de granéis sólidos; este dispõe ainda da possibilidade de carga/descarga de navios de granéis líquidos, através de um sistema de *pipelines*.

### **b) Armazenamento**

A existência de um conjunto de silos e tanques torna possível o armazenamento de granéis líquidos e sólidos. A capacidade de armazenagem de granéis líquidos é de 25 500 m<sup>3</sup> para óleos crus, refinados e gorduras vegetais, os silos para granéis sólidos têm uma capacidade de armazenagem de 94 500 m<sup>3</sup> para cereais e de 66 000 m<sup>3</sup> para derivados e/ou cereais. As diversas sementes (girassol, colza e soja) chegam por terra, através de camiões ou por navios através do cais e são descarregadas para silos onde ficam armazenadas até iniciarem o processo produtivo. O custo e a qualidade das sementes é um aspeto fulcral para a empresa, pois irão condicionar todas as etapas seguintes do processo.

### **c) Extração de óleos vegetais**

A produção industrial de óleos vegetais é feita em duas unidades de extração. Para sementes com baixo teor de gordura, como é o caso da soja, após os processos de limpeza, trituração, cozimento e laminagem, inicia-se a extração, cujo processo utiliza como solvente o hexano. Por outro lado, as sementes de girassol e colza, sementes com elevado teor de gordura, exigem um passo prévio de prensagem, onde 70% do óleo cru é obtido por extração mecânica e o restante por extração por solvente. Um dos processos que a autora irá analisar é a descarga de hexano, solvente utilizado no processo de extração (figura 4.6).

Neste processo, o óleo é inicialmente extraído, como já foi referido em cima, por prensagem mecânica. Esta extração mecânica transporta e comprime as sementes através de uma seção e vai diminuindo o seu tamanho até se verificar a saída do óleo. Depois do arrefecimento desta pasta, inicia-se o processo de extração por solvente, pela qual é então extraído o óleo da semente. A operação é efetuada no extrator, que é constituído por duas câmaras fechadas, onde existe um tapete rotativo, para onde são encaminhadas as sementes, no caso da soja. Quando se trata de sementes de colza e girassol, o extrator é do tipo rotativo, um cilindro horizontal dividido em setores onde é colocada a matéria-prima, mantendo baixa rotação. É então recebida a miscela (solução de óleo, presente no solvente) mais concentrada que é diluída gradualmente. A entrada de hexano, em contracorrente, inicia o processo de extração. Os equipamentos apresentam diversas divisões, que permitem que o material fique coberto pela miscela, resultando daí dois fluxos: a miscela, mistura de

óleo e hexano, e a farinha, no caso da soja, ou bagaço, nos casos de girassol e colza, encharcados com solvente, cerca de 25 a 30% de hexano, seguindo então dois circuitos distintos.

A miscela produzida é encaminhada para a fase de destilação para recuperar o solvente e obter óleo vegetal cru, enquanto a farinha segue para a dessolventização para retirar e recuperar o solvente e obter farinha sem solvente.

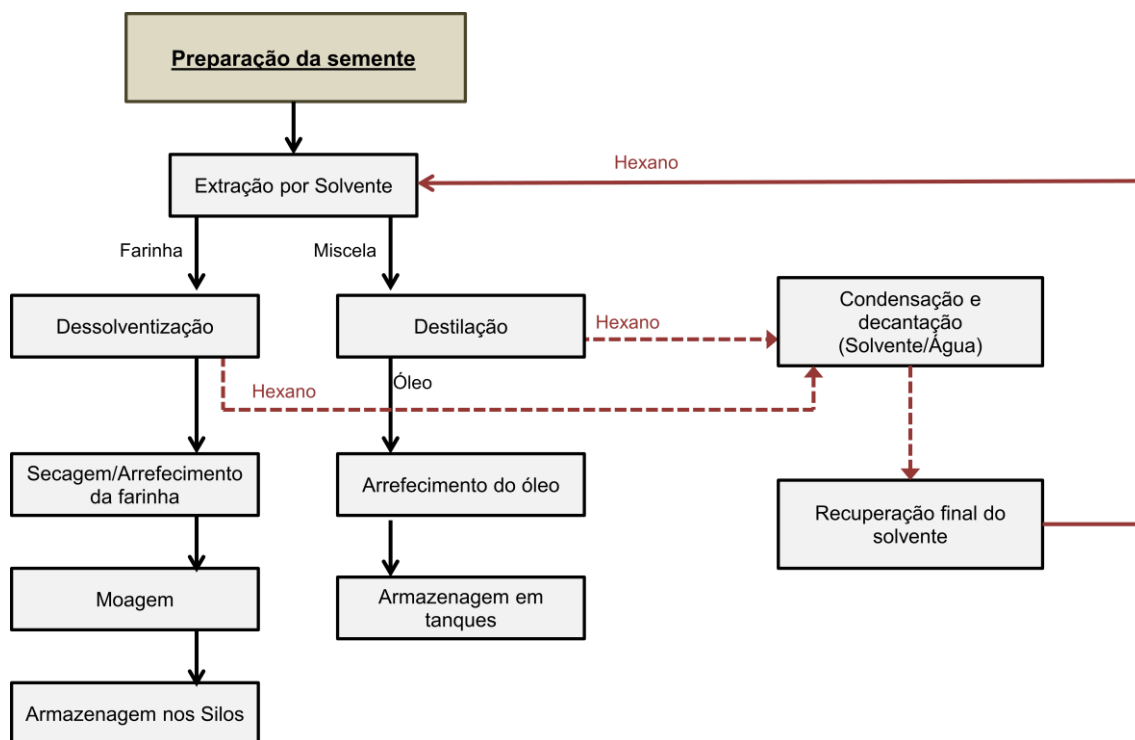


Figura 4.6: Esquema do processo de extração

#### d) Refinação

A Sovena Oilseeds Portugal, S.A., possui uma unidade de refinação, onde o óleo bruto resultante do processo de extração é submetido a um conjunto de operações de purificação, de forma a torna-lo próprio para alimentação humana. Na neutralização remove-se a acidez e os fosfatídeos, sendo no caso do girassol necessária uma operação adicional de sinterização que tem como objetivo evitar que o óleo turve quando frio. É de seguida lavado e descolorado para garantir uma cor constante e melhor conservação. Seguidamente é submetido a uma desodorização, que visa a remoção dos sabores e odores. A refinação termina com uma filtração final, com a qual se obtém o aspeto límpido, brilhante e cristalino característico do óleo.

#### e) Produção de biodiesel

A produção de biodiesel é um processo que a partir dos óleos de soja, colza, resultantes do processo de extração, acima referidos, produz metilester, um biodiesel de qualidade certificada (EN 14 214). Este processo consiste na combinação de uma gordura com metanol, combinada por um catalisador (metilato de sódio) (figura 4.7).

Depois de combinar a gordura com o metanol e juntar o catalisador, dá-se a reação de transesterificação, que se irá desenvolver em três etapas, com o excesso de metanol em relação à quantidade estequiométrica a ser recuperado novamente para o processo. Desta reação de transesterificação resultam metilester (biodiesel) e glicerina, que são separados no final do processo. Verifica-se que o processo de produção de biodiesel é muito eficiente do ponto de vista energético, uma vez que por cada unidade de energia consumida no processo são ganhas aproximadamente 3,2 unidades.

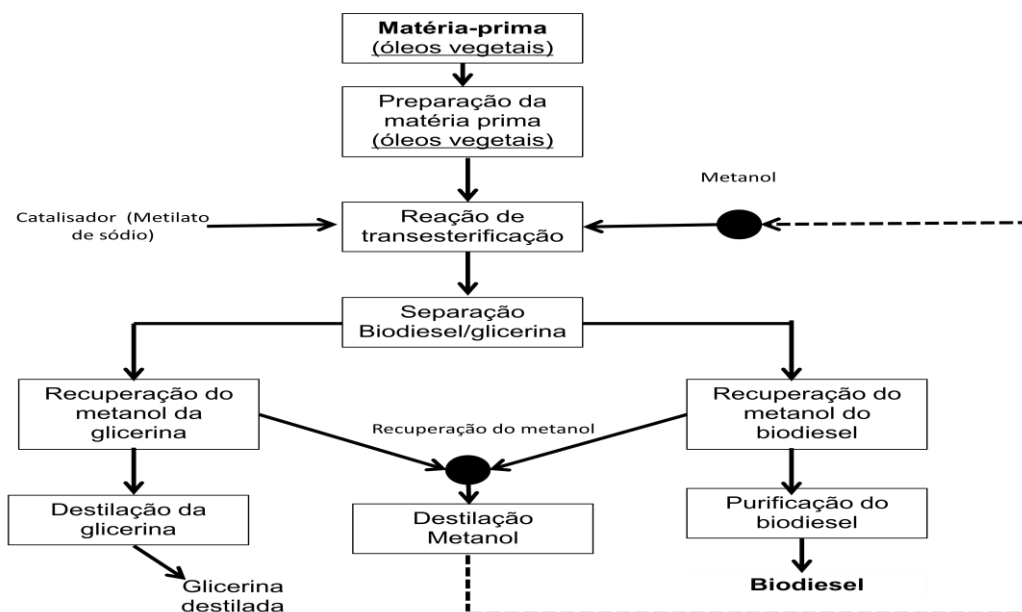


Figura 4.7: Esquema do processo produção de biodiesel

Neste capítulo estava previsto incluir também uma breve caracterização da sinistralidade laboral. No entanto, a empresa não disponibilizou essa informação, por considerar que não era pertinente, uma vez que o presente estudo incide sobre a possibilidade de ocorrência de acidentes industriais graves. Ou seja, o estudo cobre essencialmente a segurança industrial (ou operacional) e não a segurança ocupacional. A inclusão de dados de acidentes de trabalho foi considerada desnecessária, evitando-se também provocar confusão quanto ao objeto de estudo.

No que respeita aos acidentes industriais graves envolvendo substância perigosas, é de referir que não aconteceu nenhum desde o início da laboração em 1973.



## CAPÍTULO V – Análise de fatores humanos

---

Este capítulo incide sobre a **análise de fatores humanos** nas descargas de metanol, metilato de sódio e de hexano. É efetuada uma divisão em quatro subcapítulos, sendo o primeiro dedicado à apresentação do estudo desenvolvido, seguindo-se a análise das descargas de metanol e metilato de sódio (5.2) e de hexano (5.3), sendo, por último, efetuada uma súmula dos três processos analisados.

A análise das descargas inicia-se com a descrição do próprio processo, seguindo-se a análise de fatores humanos nos processos referidos. Após a análise aos fatores humanos (i.e. as falhas possíveis e suas consequências), são apresentados e discutidos os resultados obtidos, assim como a determinação de ações de melhoria e sua priorização. Por último, é feita uma conclusão genérica do estudo desenvolvido no processo de descarga.

### 5.1. Apresentação do estudo

Este estudo foi realizado em duas fábricas da Sovena Oilseeds Portugal, sendo estas indicadas na figura 5.1, assim como os processos analisados ao longo do presente trabalho. As descargas que são analisadas são processos com a possibilidade de ocorrência de falhas humanas, devido à intervenção humana existente. Sendo assim, é importante analisar o processo de forma a determinar as falhas possíveis, determinando também as suas causas. O objetivo deste estudo é comprovar a segurança ao nível industrial dos processos analisados e determinar possíveis ações de melhoria que poderão contribuir para a redução ou eliminação da ocorrência de falhas humanas. No entanto, é importante ter em conta que deverá existir um equilíbrio entre os custos de implementação e os ganhos obtidos, para que as ações implementadas sejam economicamente viáveis para a organização.

Como já referido anteriormente, o presente estudo aplicou uma metodologia de análise de fatores humanos, denominado por *Human-HAZOP*, desenvolvido pelo HSE Britânico (2005). Esta metodologia tem como objetivo determinar a vulnerabilidade do trabalho humano e a possibilidade de ocorrência de erro humano associado às tarefas acima mencionadas (descargas), assim como estudar medidas de controlo que possam prevenir a ocorrência de acidentes industriais graves. Para uma análise eficaz de fatores humanos, é necessário a contribuição conjunta de todos os intervenientes nos processos analisados. Sendo assim, a equipa de trabalho envolvida neste estudo foi constituída pelos seguintes elementos:

- Responsável de segurança;
- Responsável pela fábrica de biodiesel;
- Responsável da fábrica de extração;
- Autora (Estagiária na área da segurança).

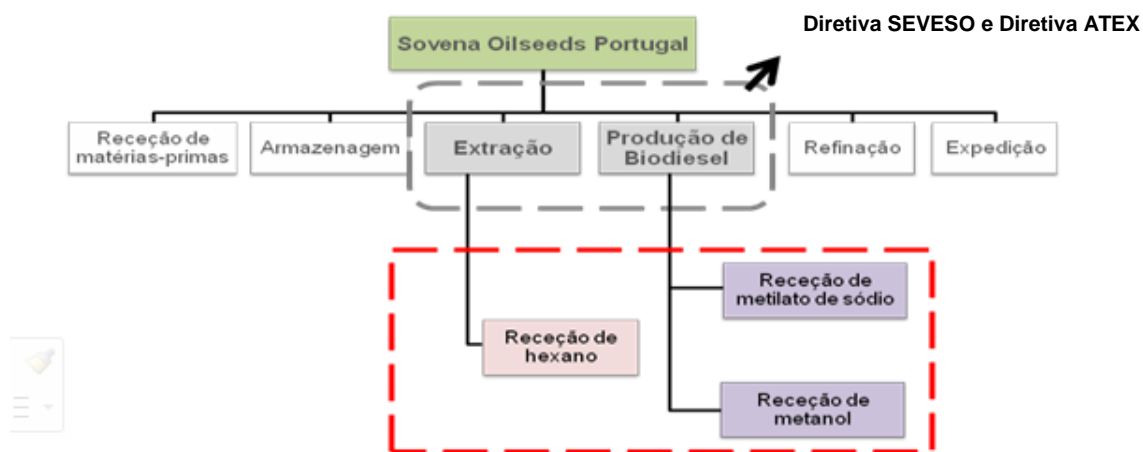


Figura 5.1: Organização da Sovena Oilseeds Portugal.

Durante a execução do estudo, foram feitas diversas visitas aos locais de trabalho, nas quais existiu a possibilidade de entrevistar os trabalhadores e responsáveis pelas operações. Foi neste sentido que o papel da equipa de trabalho foi importante, pois facilitou o rápido acesso a informações importantes e auxiliou na ligação entre a autora e os trabalhadores. Para elaboração desta análise, foram seguidos os seguintes passos:

1. Caracterização das áreas a avaliar. Nesta etapa foi apresentada a planta da fábrica e foram explicadas quais seriam as áreas a ser analisadas;
2. Identificação e listagem de todas as tarefas e ações humanas, as quais, se falharem por erro ou omissão, podem constituir um perigo e podem ter como consequência um acidente industrial grave;
3. Identificação e análise de potenciais falhas humanas no decorrer do procedimento. Nesta etapa, foi necessário permanecer no local onde as tarefas são desempenhadas, entrevistando os operários e observando a sua forma de atuar;
4. Identificação das falhas possíveis, e propostas ações de melhoria.

Nos próximos dois subcapítulos são abordadas, em separado, as descargas de matéria-prima efetuadas na fábrica de produção de biodiesel (5.2) e na fábrica de extração de óleos vegetais (5.3). Estes dois subcapítulos terão estruturas semelhantes, uma vez que cada um deles iniciará com a descrição do processo de descarga. Por fim, são apresentados os resultados obtidos na análise efetuada, identificando-se as falhas possíveis de ocorrer nos processos e definindo-se algumas medidas de melhoria que poderão ser implementadas nestes processos, com o objetivo de prevenir a ocorrência de acidentes industriais graves.



## **5.2. Descarga de metanol e metilato de sódio (fábrica de produção de biodiesel)**

O metanol e o metilato de sódio são substâncias químicas altamente inflamáveis, utilizadas para a produção de biodiesel. O metanol é um composto químico, na forma líquida, com um ponto de fusão de -98 °C, inflamável e com uma chama invisível. O metanol é armazenado na fábrica de biodiesel em duas cisternas de 100m<sup>3</sup> e é utilizado como solvente industrial, atuando no processo de transesterificação da gordura. Este processo é usado na produção de biodiesel e inicia-se com a junção do óleo vegetal com um álcool (que, neste caso, é metanol) e um catalisador (metilato de sódio). Como referido anteriormente, o metilato de sódio é utilizado como catalisador alcalino no processo de produção do biodiesel, sendo armazenado numa cisterna de 50m<sup>3</sup>. O catalisador age no processo de transesterificação, reação química entre óleos vegetais com um álcool, produzindo ésteres metílicos ou etílicos (mais conhecidos como biodiesel) e glicerina. O catalisador, geralmente presente em pequenas proporções, serve como um acelerador na velocidade das reações químicas. No caso do biodiesel, sem a adição de catalisador, a produção seria inviável a nível económico. A descrição mais detalhada do processo de produção de biodiesel encontra-se no subcapítulo 4.3.5, anteriormente apresentado.

Como constatado, tanto o metanol como o metilato de sódio são intervenientes ativos na produção de biodiesel, tratando-se de substâncias com potencial perigoso. Para um melhor conhecimento destas substâncias, pode ser consultada no apêndice A uma compilação da informação mais relevante para o contexto deste trabalho, presente nas fichas de segurança do metanol e do metilato de sódio. As descargas de metanol e metilato de sódio serão analisadas de seguida.

### **5.2.1. Descrição do processo de descarga**

No anexo A, podem ser consultadas as instruções de trabalho das operações de descarga de metanol e de metilato de sódio. O processo de descarga destas duas substâncias é muito semelhante, existindo apenas uma pequena divergência nas operações, uma vez que a descarga de metilato de sódio não tem necessidade de compensação de gases, ao contrário da descarga de metanol. Na prática, isto significa que os pontos 2.2.5. e 2.2.6. da ficha de instruções de trabalho das operações de descarga, que se encontra no anexo A, dizem apenas respeito à descarga de metanol, não existindo na descarga de metilato de sódio. Para assegurar a operação de carga e descarga de metanol e metilato de sódio, é importante seguir três requisitos de segurança, sendo estes:

- Requisitos de entrada nas instalações;
- Requisitos de entrada nas fábricas;
- Requisitos para iniciar a descarga.

Para fazer cumprir os requisitos de entrada nas instalações, a Sovena Oilseeds Portugal conta com os serviços de uma empresa especializada em segurança privada, que assegura o cumprimento das medidas de segurança, assim como das normas de entrada e saída de veículos e pessoas das

instalações. O controlo das entradas e saídas é efetuado pela portaria, existindo contacto com o responsável da fábrica, informando da entrada do camião cisterna.

Os requisitos de entrada na fábrica pressupõem que os primeiros requisitos foram cumpridos com sucesso. O responsável da fábrica tem a obrigação de estabelecer contacto com o operador de biodiesel, informando-o da chegada de um novo camião cisterna. A partir do momento em que o responsável da fábrica estabelece o contacto com o operador de biodiesel, a responsabilidade passa a ser deste. O operador de biodiesel terá de verificar e assegurar que a fábrica está em condições normais de funcionamento e que não existem trabalhos de manutenção em curso. Terá também de garantir a não existência de pessoal estranho ao serviço na zona de descarga.

Por último, no que diz respeito aos requisitos para iniciar a descarga, a responsabilidade é, também, inteiramente do operador de biodiesel. As responsabilidades do operador, nesta fase, encontram-se seguidamente identificadas:

- Verificar se o local está livre de qualquer fonte de ignição;
- Verificar se os terminais de descarga de terra e os respetivos cabos se encontram em perfeito estado de conservação;
- Verificar o estado das mangueiras;
- Verificar se os meios de primeira intervenção se encontram no local;
- Verificar se o sistema de inertização está em funcionamento, só no caso da descarga de metanol;
- Verificar se todas as ligações estão bem colocadas;
- Verificar se o motorista tem os equipamentos de proteção individual adequados;
- Verificar se o camião tem o motor desligado;
- Verificar se o camião está ligado à terra;
- Dar autorização para iniciar a descarga e acompanhar a operação;
- Verificar se o local ficou em condições de segurança, no final da descarga;
- Encaminhar o camião cisterna até à portaria.

### **5.2.2. Resultados da análise**

Devido à semelhança dos processos de descarga de metanol e metilato de sódio, não se justificou uma análise em separado. Porém, é efetuada, sempre que necessário, a referência às divergências no procedimento. Esta análise consubstanciou-se no preenchimento de uma tabela de registo de identificação dos fatores humanos, sendo estas consideradas o principal resultado do estudo desenvolvido na Sovena Oilseeds Portugal. A análise de fatores humanos permitiu detetar algumas das falhas possíveis, assim como aferir a segurança do atual processo de descarga de metanol e metilato de sódio. Como tal, e como nenhum processo é totalmente seguro, este estudo possibilitou sugerir algumas medidas de melhoria, que poderão vir a ser consideradas pela organização.

A tabela de análise da descarga de metanol e metilato de sódio pode ser consultada no apêndice B, mais especificamente na tabela B.1. Nesta tabela, o ponto 7 da descrição das tarefas apenas diz respeito à descarga de metanol, uma vez que na descarga de metilato de sódio não é necessário existir compensação de gases.

Como mencionado no capítulo 3, foram introduzidos nas tabelas de análise de fatores humanos alguns diagramas em árvore (FTA), em algumas das possibilidades de falhas existentes no processo. Tratando-se de um processo relativamente seguro, sem registos de acidentes industriais graves, as FTA contribuíram para uma melhor identificação das possibilidades de falha e assim determinar medidas de controlo. Na tabela 5.1, são apresentadas as FTA utilizadas, sendo explicado o seu significado. É importante referir que as falhas identificadas na tabela 5.1 fazem parte de um conjunto maior que será identificado na tabela 5.2.

Tabela 5.1: FTA's utilizadas na tabela de análise de fatores humanos ( \* FTA referente apenas à descarga).

<b>Árvore de falhas</b>	<b>Explicação</b>
	<p>Para ocorrer a troca na substância descarregada, terão de acontecer três falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camião chega à fábrica errada (local errado);</li> <li>2. Falta de formação do camionista (responsabilidade do fornecedor/transportador);</li> <li>3. Falta de verificação do trabalhador (operador do processo).</li> </ol>
	<p>Para existir um ato negligente do camionista, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de informação da portaria (ninguém no local da descarga);</li> <li>2. Falta de vigilância na fábrica.</li> </ol>
	<p>Para ocorrer uma explosão, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existência de substância inflamável no local da descarga;</li> <li>2. Existência de uma fonte de ignição.</li> </ol> <p>A existência de uma fonte de ignição pode ser provocada por trabalho de manutenção <b>ou</b> por um ato de fumar ou foguear.</p>
	<p>Para existir fuga da substância, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ligações incorretas;</li> <li>2. Falta de verificação (omissão do operador do processo).</li> </ol>
	<p>A ocorrência de uma atmosfera asfíxiante para o operador de serviço no local, devido a um excesso de inertização, sucede com a ocorrência das seguintes falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falha na ligação do sistema de inertização;</li> <li>2. Falta de verificação;</li> <li>3. Ventilação insuficiente.</li> </ol>
	<p>Para ocorrer um incêndio/explosão, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existência de uma fonte de ignição, que pode ser provocada por alguma faísca;</li> <li>2. Existência de substância derramada no local.</li> </ol>

O preenchimento da tabela de fatores humanos, referente à descarga de metanol e metilato de sódio, permitiu determinar algumas das possibilidades de erro humano, podendo ser consultada uma compilação destes erros na tabela 5.2.

Tabela 5.2: Falhas possíveis nos processos de descarga de metanol e metilato de sódio.

<b>Falhas possíveis nas descargas de metanol e metilato de sódio</b>	
1.	Informações incorretamente passadas
2.	Engano na informação dada ao motorista, que poderá levar o camionista à fábrica errada
3.	Engano na substância descarregada
4.	Acidente com o camião antes de chegar à fábrica
5.	Engano ou inexistência de contacto com o operador de biodiesel
6.	Não estar ninguém no local da descarga
7.	Não verificar a zona de descarga / operador não tem conhecimento dos trabalhos de manutenção
8.	Pessoas na fábrica com isqueiros, telemóveis ou a fumar
9.	Falta de verificação do equipamento usado
10.	Manutenção deficiente dos equipamentos utilizados
11.	Ligações mal efetuadas
12.	Recolha da amostra mal efetuada
13.	Verificação incorreta ou inexistente (equipamentos, condições de segurança...)
14.	*Esquecimento na verificação da compensação de gases
15.	Atos de negligência não intencionais (desconhecimento das normas da fábrica, pelo camionista)
16.	Atos intencionais de vandalismo pelo motorista
17.	Esquecimento ou desconhecimento do procedimento
18.	Deixar chave na ignição e ligar o camião durante o processo
19.	Incorreta ordem de arranque
20.	Dar ordem de início quando as operações ainda não estão preparadas
21.	Início da descarga com a substância errada
22.	Iniciar descarga sem capacidade de armazenamento da totalidade da substância
23.	Não desligar as ligações depois de terminada a descarga
24.	Fechar válvulas incorretamente ou esquecer de as fechar
25.	Desligar as ligações durante a descarga
26.	Não limpar o local depois da descarga

Desde o início da laboração da fábrica de produção de biodiesel, não foram registados acidentes industriais graves. Porém, o potencial perigoso associado às substâncias manuseadas deve ser tido em conta. Este tipo de estudos dever ser feito com o intuito de garantir a segurança do processo, e em caso de anomalia, antecipar qualquer ocorrência de modo a conseguir evitá-la. Trata-se de um processo relativamente simples, em que os trabalhadores executam o processo sem grandes esforços, aparentando estar preparados para prevenir a ocorrência de acidentes ou incidentes. No entanto, com a rotina, os trabalhadores poderão mecanizar hábitos, sendo por isso necessário estudar medidas que possam, de forma simples e com um custo de implementação baixo, contribuir para o aumento da segurança industrial nas instalações da Sovena Oilseeds Portugal. Apesar de a tabela 5.2 ser uma compilação das falhas identificadas no processo, nela estão identificadas a totalidade de falhas presentes na tabela de análise de fatores humanos, excluindo-se os casos de

repetição. Neste contexto, são identificadas medidas de melhoria, que pretendem diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes industriais graves.

### 5.2.3. Medidas de melhoria propostas

É importante referir que os processos analisados são detentores de medidas de prevenção aparentemente eficazes e que, até à data, não permitiram a ocorrência de acidentes industriais graves. No entanto, a história evidencia que mesmo os sistemas mais infalíveis podem falhar. Neste caso, a ocorrência de um acidente industrial grave poderia ter consequências bastante gravosas e, por isso, é necessário intervir na prevenção de atos inseguros. Esta análise permitiu definir algumas medidas de melhoria que poderão contribuir para a redução da probabilidade de ocorrência de um acidente industrial grave. A totalidade de medidas de controlo propostas encontra-se na tabela 5.3.

Tabela 5.3: Propostas de ações de melhoria (descarga de metanol e metilato de sódio).

<b><u>Propostas de melhoria/ Reforço ou melhoria de medidas de controlo</u></b>	
<b>Ação 1.</b>	Reforçar a sinalização durante o trajeto para a fábricas (aproximadamente 500 metros antes)
<b>Ação 2.</b>	Reforçar a instalação de proteções ao longo da fábrica (barreiras físicas)
<b>Ação 3.</b>	Existência de uma <i>checklist</i> , que deverá ser preenchida durante a execução do procedimento de descarga, permitindo deixar o recinto preparado para nova descarga
<b>Ação 4.</b>	Sistema de alerta sonoro para chegada do camião cisterna
<b>Ação 5.</b>	Reforço da instalação de câmaras de videovigilância
<b>Ação 6.</b>	Verificação periódica de todos os equipamentos utilizados para a descarga (válvulas, software, mangueiras, etc.)
<b>Ação 7.</b>	Pintar as mangueiras com cores diferentes
<b>Ação 8.</b>	Criar procedimento para o operador ficar com a chave do camião
<b>Ação 9.</b>	Reforço da formação aos operadores e supervisores (formação sobre fatores humanos e suas consequências)
<b>Ação 10.</b>	Mecanismo que avise o fim da descarga

Sendo o objetivo do presente trabalho estudar os fatores humanos na prevenção de acidentes industriais graves, é importante propor medidas que contribuam para a diminuição da probabilidade de ocorrência deste tipo de acidente, e que contribuam para um aumento da segurança industrial da organização. Uma vez identificadas as ações de melhoria, torna-se importante determinar de que forma estas ações poderão atuar na prevenção de acidentes industriais graves. Nesse sentido, é efetuado de seguida uma breve descrição de todas as ações propostas.

#### **a) Ação 1 - Reforçar a sinalização durante o trajeto para a fábrica**

Apesar de já existir sinalização na Sovena Oilseeds Portugal, indicando o sentido de cada uma das fábricas, deverá ser estudada a possibilidade de reforço. A sinalização existente localiza-se na

entrada das instalações da Sovena Oilseeds Portugal, porém, em caso de engano (i.e. encaminhamento para a fábrica errada), não existe nenhuma sinalização que alerte o camionista desse engano. Sendo uma empresa que armazena substâncias químicas perigosas e inflamáveis, torna-se necessário restringir ao máximo as movimentações de camiões cisterna. A deslocação indevida de camiões pode provocar acumulação de camiões cisterna no interior da empresa, que poderá originar uma das falhas identificadas na tabela de análise de fatores humanos - os acidentes com veículos. O potencial perigoso da fábrica, em caso de acidente com camiões cisterna, poderá ter consequências muito graves ao nível da segurança industrial.

#### **b) Ação 2 - Reforçar a instalação de proteções ao longo da fábrica**

Todos os dias verifica-se uma grande movimentação de veículos (carros, empilhadores, camiões cisterna, etc.) no interior das instalações da Sovena Oilseeds Portugal. Existe, por isso, o perigo de algum veículo embater contra tanques, silos ou outro tipo de equipamento existente no interior das instalações. O embate poderá causar danos nos materiais que poderão despoletar a inflamação do metanol ou do metilato de sódio. É neste contexto que é sugerido a instalação de proteções ao longo da fábrica, i.e., é aconselhado que se estude a possibilidade de reforçar as barreiras físicas que impossibilitem a destruição do material existente na organização e que possam vir a prevenir a ocorrência de acidentes ou incidentes, devido ao embate de camiões cisternas.

#### **c) Ação 3 - Existência de uma *checklist*, que deverá ser preenchida durante a execução do procedimento de descarga, permitindo deixar o recinto preparado para nova descarga**

A descarga de metanol e de metilato de sódio, apesar de serem processos simples, requerem algumas tarefas de verificação, que muitas vezes, por não se saber os perigos que se correm ou apenas por esquecimento, não são efetuadas com o cuidado necessário. A utilização de uma *checklist* poderia evitar estes acontecimentos, uma vez que se trata de uma ferramenta simples e prática que auxilia e garante o cumprimento dos processos executados. A utilização deste tipo de ferramenta é uma forma de “lembrar” o que se deve fazer, podendo ser utilizada para direcionar as atividades de um processo ou apenas para verificação do mesmo. A utilização da *checklist* terá como objetivo auxiliar os trabalhadores a lembrar o que deve ser feito e garantir a conformidade das tarefas efetuadas.

A verificação das condições de segurança do local de trabalho, a verificação do estado das mangueiras e a verificação de todas as ligações antes de iniciar a descarga são exemplos de tarefas que poderão evitar a ocorrência de acidentes industriais graves. Nesse sentido, é importante seguir quatro passos na aplicação deste tipo de ferramenta:

1. Formação inicial aos trabalhadores, sobre o uso adequado das *checklist*;
2. Abrangência total do processo, i.e. todas as tarefas que devem ser efetuadas para conclusão do processo devem estar assinaladas;
3. A *checklist* deve ser sucinta, explicando o que deve ser feito ou verificado de forma simples e objetiva;
4. Deve ser assinada no final (responsabilização inequívoca).

#### **d) Ação 4 - Sistema de alerta sonoro para chegada do caminhão cisterna**

Esta medida de melhoria tem o objetivo de alertar os operadores da fábrica de produção de biodiesel da chegada de um caminhão cisterna. Existindo este aviso, os trabalhadores poderão estar preparados para receber o caminhão cisterna, não deixando que o camionista fique sozinho, durante muito tempo, no local da descarga. Uma vez que a Sovena Oilseeds Portugal não tem controlo na formação dos camionistas, é importante não permitir que estes circulem livremente nas instalações, de forma a prevenir atos inseguros.

#### **e) Ação 5 - Reforçar a instalação com câmaras de videovigilância**

Apesar de existir um controlo inicial para a entrada nas instalações da Sovena Oilseeds Portugal, os atrasos nos processos e possíveis avarias de equipamentos podem originar a acumulação de camiões cisterna no seu interior. A permanência de muitos camiões poderá originar tensões por parte dos camionistas (ex.: pressa), que, de forma intencional ou não intencional, podem provocar perturbações ao normal funcionamento dos processos. O reforço das câmaras de vigilância pretende assegurar um ambiente mais seguro na organização, prevenindo a ocorrência de atos inseguros que possam provocar acidentes ou incidentes.

#### **f) Ação 6 - Verificação periódica de todos os equipamentos utilizados para a descarga (válvulas, software, mangueiras, etc.)**

Com esta medida pretende-se adotar um sistema de manutenção preventiva dos equipamentos utilizados para a descarga de metanol e de metilato de sódio. A manutenção preventiva consiste em ações sistemáticas de controlo e de monitorização, em que o objetivo é reduzir, e até mesmo impedir, a ocorrência de falhas nos equipamentos. No entanto, é importante referir que este tipo de manutenção não aumenta a fiabilidade dos equipamentos, levando apenas estes a operarem sempre próximo das condições iniciais das suas respetivas vidas úteis.

#### **g) Ação 7 - Pintar as mangueiras com cores diferentes, ou trocar as mangueiras**

Apesar de não ter impacto ao nível da segurança industrial, trata-se de uma medida de melhoria que poderá prevenir a ocorrência de falhas humanas, com implicações na perda de produtividade da Sovena Oilseeds Portugal. A descarga de metanol e metilato de sódio é efetuada no mesmo local, sendo que a descarga de metanol é efetuada com uma mangueira diferente da utilizada na descarga de metilato de sódio. Estas duas mangueiras encontram-se instaladas lado a lado, e são diferenciadas devido à existência de uma anotação, já pouco nítida, da substância química.

Esta ação de melhoria propõe uma maior distinção das duas mangueiras, sugerindo-se pintar as mangueiras de cores diferentes, fazendo a distinção entre a que deverá ser utilizada na descarga de metanol e na descarga de metilato de sódio. Deverá ser afixada na parede, logo acima das mangueiras, as cores correspondentes a cada uma das substâncias. Pretende-se, com esta medida, impedir a troca de mangueiras e, consequentemente, a troca de substâncias.

#### **h) Ação 8 - Criar procedimento para o operador ficar com a chave do caminhão**

Esta medida de melhoria trata-se de uma forma de prevenir atos inseguros por parte dos camionistas dos caminhões cisterna. Tanto para a descarga de metanol, como para a descarga de metilato de sódio, é necessário garantir que durante o processo não exista qualquer tipo de fonte de ignição, ou seja, esta medida pretende excluir a possibilidade de que, durante a descarga, o caminhão cisterna esteja ligado até que as condições de segurança estejam reunidas.

Trata-se de uma medida com um custo de implementação muito baixo, sendo, no entanto, uma medida com uma certa complexidade de implementação, já que a aceitação deste novo procedimento pelos motoristas dos caminhões cisterna poderá ser difícil. Numa fase inicial seria interessante afixar cartazes informativos, explicando e sensibilizando os trabalhadores para o novo procedimento.

#### **i) Ação 9 - Reforço da formação aos operadores e supervisores (formação sobre fatores humanos e suas consequências)**

O reforço da formação dos operadores tem o objetivo de sensibilizar os trabalhadores para os perigos existentes no processo de descarga e incentivá-los a práticas de trabalhos seguras, que protegem não só a sua integridade pessoal, como contribuem para uma organização mais segura a nível industrial.

A formação, para além de abordar, como já referido, a temática dos fatores humanos na prevenção de acidentes industriais graves, deve também incidir:

- Nos princípios do sistema de gestão da segurança e nas responsabilidades dos trabalhadores;
- Nos perigos e riscos específicos do trabalho;
- Nas aptidões necessárias para o processo;
- Nos procedimentos a observar para evitar os riscos;
- Nas medidas de prevenção a tomar antes, durante e após a realização da tarefa;
- Nas consequências de não respeitar as regras

#### **j) Ação 10 - Mecanismo que avise do fim da descarga**

Esta medida tem um objetivo semelhante ao objetivo da **ação 4**, já referida antes. Muitas vezes, durante o processo de descarga, o operador de biodiesel tem a necessidade de se ausentar, podendo existir a possibilidade da descarga terminar e o camionista decidir, por ele próprio, abandonar o local.

Uma vez terminada a descarga, é necessário desligar todas as ligações convenientemente e verificar se o local está em condições de segurança, sendo que, só depois, deve ser autorizada a ligação do caminhão cisterna. Caso estes procedimentos não sejam efetuados com o devido cuidado, a probabilidade de ocorrência de um acidente ou incidente aumenta. Esta medida incide na criação de um alerta ao operador sobre o término da descarga, possibilitando que este se desloque rapidamente



ao local da descarga, de forma a assegurar o cumprimento de todas as medidas de segurança necessárias.

#### 5.2.4. Priorização das ações de melhoria

Entre as medidas supramencionadas, existem algumas em que o impacto da sua implementação é insignificante e outras que a sua implementação é pouco viável ao nível financeiro. Como tal, foi necessário estudá-las segundo determinados critérios, de forma a selecionar as medidas com maior impacto no processo. A escolha dos critérios e elaboração da priorização das ações de melhoria constituíram uma etapa efetuada em conjunto com a engenheira de segurança da Sovena Oilseeds Portugal, estando os critérios para a identificação das ações de melhoria mais significativas indicados na tabela 5.4.

Tabela 5.4: Critérios de priorização das ações de melhoria.

Pontuação	Investimento	Complexidade	Impacto
5	Investimento muito baixo	Complexidade muito baixa	Impacto muito alto
4	Investimento baixo	Complexidade baixa	Impacto alto
3	Investimento médio	Complexidade média	Impacto médio
2	Investimento alto	Complexidade alta	Impacto baixo
1	Investimento muito alto	Complexidade muito alta	Impacto muito baixo

De forma a satisfazer as necessidades da Sovena Oilseeds Portugal, foram alterados os critérios para priorizar as ações de melhoria propostas. Na matriz original GUT, os critérios utilizados seriam gravidade, urgência e tendência, tendo sido, no entanto, alterados pelos critérios descritos de seguida:

- **Investimento:** Avalia o investimento necessário em termos de orçamento;
- **Complexidade:** Analisa a abrangência do projeto e o esforço institucional colocado para a sua implementação;
- **Impacto:** Trata-se do impacto sobre a segurança, das medidas de controlo depois de implementadas.

Optou-se pelos critérios agora referidos, uma vez que terá de existir um equilíbrio entre os custos e a complexidade de implementação de novas medidas de controlo, assim como o impacto que terão na segurança da organização. Através desta ferramenta, foi possível, perante a falta de recursos económicos, temporais ou humanos, definir uma ordem simples de implementação de um conjunto de ações de melhoria, existindo uma maior canalização de esforços em ações que representem maior valor acrescentado.

As propostas de melhoria com pontuação superior constituem medidas concretas que beneficiam a segurança industrial da empresa. Por outro lado, as medidas com menor pontuação devem ser estudadas e aperfeiçoadas de forma a constituírem uma importante barreira na ocorrência de acidentes ou incidentes. Na tabela 5.5 é indicada a ordem de implementação, utilizando-se para isso

a matriz GUT, anteriormente referida. É importante referir que, em caso de empate, a autora em conjunto com a sua equipa de trabalho optou por priorizar a ação de melhoria com menor custo de implementação. Caso continue a existir empate, prioriza-se a ação que tem uma complexidade de implementação menor.

Tabela 5.5: Matriz GUT (descarga de metanol e metilato de sódio).

<u>Ações</u>	<u>Investimento</u> <u>(I)</u>	<u>Complexidade</u> <u>(C)</u>	<u>Impacto</u> <u>(Im)</u>	<u>Importância</u> <u>(I*C*Im)</u>	<u>Ordem</u>
9	4	4	4	64	1º
8	5	3	4	60	2º
3	5	3	3	45	3º
6	4	3	3	36	4º
4	3	4	3	36	5º
10	3	4	3	36	6º
1	3	4	2	24	7º
7	5	4	1	20	8º
5	1	2	3	6	9º
2	2	2	1	4	10º

Observando a tabela acima, concluímos que as ações de melhoria mais significativas, por ordem decrescente são:

- **Ação 9** – Reforço da formação aos operadores e supervisores (formação sobre fatores humanos e suas consequências);
- **Ação 8** – Criar procedimento para o operador ficar com a chave do camião;
- **Ação 3** – Existência de uma *checklist*, que deverá ser preenchida durante a execução do procedimento de descarga, permitindo deixar o recinto preparado para nova descarga;
- **Ação 6** - Verificação periódica de todos os equipamentos utilizados para a descarga (válvulas, software, mangueiras, etc.);
- **Ação 4** – Sistema de alerta sonoro para chegada do camião cisterna;
- **Ação 10** – Mecanismo que avise do fim da descarga;
- **Ação 1** – Reforçar a sinalização durante o trajeto para a fábricas (aproximadamente 500 metros antes);
- **Ação 7** – Pintar as mangueiras com cores diferentes, ou trocar as mangueiras;
- **Ação 5** – Reforçar a instalação com câmaras de videovigilância;
- **Ação 2** - Reforçar a instalação de proteções ao longo da fábrica.

Face a este cenário, recomenda-se a implementação a curto prazo de pelo menos as três medidas com maior pontuação (ações 9, 8 e 3).

A ação 9 trata-se de uma medida que cumpre com os direitos dos trabalhadores – receber informação sobre os riscos e perigos associados ao processo, bem como as medidas preventivas de

primeiros socorros e procedimentos de emergência. A formação é obrigatória para os trabalhadores acabados de entrar para a empresa, assim como para os antigos trabalhadores, no caso de existirem alterações nos procedimentos ou tecnologia utilizada. No entanto, é importante que ao longo do ano sejam ministradas algumas ações de sensibilização/formação aos operadores e, sendo este um estudo de fatores humanos, é sugerido que nestas formações seja abordado a temática dos fatores humanos na prevenção de acidentes industriais graves. No apêndice E pode ser consultado um folheto informativo sobre práticas seguras, que poderá ser distribuído pelos trabalhadores, complementando as ações de formação.

A ação 8, como já referido trata-se de uma forma de assegurar a segurança nas instalações da Sovena Oilseeds Portugal, prevenindo ou eliminando a energia de ativação, resultado do funcionamento do camião. Uma vez que se trata de um novo procedimento, é importante documentar essa alteração, criando uma norma do procedimento sugerido. Para tal, a autora elaborou uma proposta de normalização que pode ser consultada no apêndice E. Neste mesmo apêndice pode ser consultada uma proposta para um cartaz informativo, que terá o objetivo de informar e sensibilizar os camionistas.

Tendo a autora sugerido a utilização de um *checklist* (ação 3), nos processos de descarga, como forma de prevenir possíveis falhas humanas, é apresentado no apêndice B, uma proposta de como poderá vir a ser este documento.

### **5.3. Descarga de hexano (fábrica de extração de óleos vegetais)**

O hexano é um derivado do petróleo, tratando-se de um solvente que possibilita a extração do óleo, principalmente o de soja, quase na sua totalidade. O ponto de ebulição é entre 60°C e 80°C, sendo que a penetração do solvente no interior dos grãos triturados é facilitada pela exposição de uma área superficial maior, principalmente se este foi expandido anteriormente. O óleo no material pode estar na superfície, que é então retirado por simples dissolução do óleo no solvente. O óleo pode estar presente no interior de células intactas, sendo este removido por difusão do solvente na célula. Assim, a velocidade de extração do óleo decresce com o decurso do processo. A solução de óleo no solvente é chamada de “miscela” e o equilíbrio no sistema óleo-miscela-solvente é o fator que determina a velocidade de extração. A difusão do solvente será mais rápida quanto mais eficientes forem a trituração, a laminação e a expansão, quanto maior for a temperatura (próxima da temperatura de ebulição do solvente), e quanto menor for a humidade do material. As principais vantagens no uso do hexano como solvente são:

- Dissolve o óleo com facilidade sem agir sobre os outros componentes da matéria oleaginosa;
- Possui uma composição homogénea e estreita faixa de temperatura de ebulição;
- É imiscível em água, não formando azeótropos;
- Tem baixo calor latente de ebulição.

Porém, as principais desvantagens são:

- É altamente inflamável;

- Possui um custo elevado;
- É tóxico e possivelmente cancerígeno.

O armazenamento de hexano é efetuado numa cisterna de 120m<sup>3</sup> equipada com um sistema de segurança que impede que a mesma se encha completamente. O manuseamento de hexano requer cuidados especiais, iguais aos aplicados aos solventes petroquímicos. Deve ser mantido longe de fontes de ignição, devendo a sua inalação e contacto com a pele ser evitada. Pode ser consultada, no anexo A, uma compilação de informações relevantes retiradas das fichas de segurança do hexano, como por exemplo a classificação e caracterização da substância manuseada, assim com medidas de primeiros socorros e de combate a incêndios.

### **5.3.1. Descrição do processo de descarga**

À semelhança do processo de descarga de metilato de sódio e metanol, a descarga de hexano também é constituída por três requisitos de segurança, que garantem a operação de carga e descarga, sendo eles:

- Requisitos de entrada nas instalações;
- Requisitos de entrada nas fábricas;
- Requisitos de início de descarga.

Os requisitos de entrada nas instalações são da responsabilidade da portaria, que está entregue à empresa especializada de segurança privada. Estes requisitos têm como objetivo assegurar o cumprimento de segurança, assim como as normas de entrada e saída dos veículos e pessoas nas instalações. A portaria é responsável pela passagem de camiões e pessoas pela entrada das instalações, devendo existir contacto com o responsável da fábrica de extração, avisando da entrada do camião cisterna com destino à fábrica de extração.

Os requisitos de entrada nas fábricas dizem respeito a um conjunto de procedimentos, como assegurar as condições normais de segurança e não permitir a entrada de pessoal não autorizado. A responsabilidade destes requisitos são maioritariamente do operador de extração. No entanto, o responsável da fábrica deve contactar o operador e informá-lo da chegada de um novo camião cisterna, para que o mesmo possa estar preparado.

Os requisitos de início de descarga são da responsabilidade do operador de extração. Estes permitem assegurar todas as condições e garantir a integridade não só das pessoas, como também do património da empresa. É possível verificar mais detalhadamente os procedimentos de cada requisito no anexo A, onde se encontram as instruções de trabalho das operações de descarga de hexano.

### 5.3.2. Resultados da análise

À semelhança do que foi efetuado na descarga de metanol e de metilato de sódio, foi preenchida a tabela de identificação de fatores humanos para a descarga de hexano, que se encontra na tabela B.2, no Apêndice B. A tabela de análise de fatores humanos foi de enorme importância, pois permitiu determinar algumas das falhas possíveis no processo e, conseqüentemente, estudar medidas de implementação de controlo destas falhas. Para uma melhor compreensão das combinações possíveis que poderão levar à ocorrência de um acidente industrial grave, foram introduzidas algumas FTA, sempre que se achou pertinente, na tabela de fatores humanos. Na tabela 5.6, encontra-se a explicação de cada uma das FTA introduzidas.

Tabela 5.6: FTA's utilizadas na tabela de análise de fatores humanos (descarga de hexano).

<b>Árvore de falhas</b>	<b>Explicação</b>
<pre> graph TD     A[Troca da substância] --&gt; B[Deslocação à fábrica errada]     A --&gt; C[Falta de verificação do operador]     B --&gt; D[Falta de controlo à entrada da fábrica]     B --&gt; E[Falta de formação do camionista]         </pre>	<p>Para ocorrer a troca de substância descarregada, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deslocação à fábrica errada;</li> <li>2. Falta de verificação do operador.</li> </ol> <p>A deslocação à fábrica errada é provocada pela ocorrência de duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de controlo na entrada da fábrica;</li> <li>4. Falta de formação do camionista (responsabilidade do fornecedor/transportador).</li> </ol>
<pre> graph TD     A[Ato negligente do camionista] --&gt; B[Entrada de camionistas sem a presença dos operários de extração]     A --&gt; C[Falta de vigilância]     B --&gt; D[Camionista mal intencionado]     B --&gt; E[Camionista com uma formação deficiente que sem querer poderá provocar alguma estrago]         </pre>	<p>Para ocorrer um ato negligente do camionista, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada de camionista sem a presença dos operários da extração;</li> <li>2. Falta de vigilância.</li> </ol> <p>A entrada de camionista sem a presença dos operários da extração pode resultar da má intenção do camionista ou da falta de formação do motorista, que, sem querer, poderá provocar algum dano.</p>
<pre> graph TD     A[Incêndio/ Explosão] --&gt; B[Existência de substância inflamável no local de descarga]     A --&gt; C[Existência de uma fonte de ignição]     C --&gt; D[Trabalhos de manutenção]     C --&gt; E[Equipamentos que produzam faísca]     C --&gt; F[Fumar/ Foguear]         </pre>	<p>Para ocorrer uma explosão ou incêndio, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existência de substância inflamável no local da descarga;</li> <li>2. Existência de uma fonte de ignição;</li> </ol> <p>A fonte de ignição pode ser provocada por trabalhos de manutenção ou equipamento que produzam faísca (não regulamentados pela diretiva ATEX) ou pela existência de pessoas a fumar ou a foguear.</p>
<pre> graph TD     A[Pessoal estranho] --&gt; B[Falta de controlo de entradas]     A --&gt; C[Falta de vigilância/supervisão]         </pre>	<p>Para a entrada de pessoal estranho na fábrica, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de controlo nas entradas;</li> <li>2. Falta de vigilância ou supervisão na fábrica.</li> </ol>

<b>Árvore de falhas</b>	<b>Explicação</b>
<p>(Tabela 5.6 – Continuação)</p> <pre> graph TD     A[Explosão/Incêndio] --&gt; B[Rutura das ligações (fuga de hexano)]     A --&gt; C[Camião ligado] </pre>	<p>Para ocorrer uma explosão ou um incêndio, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existência de uma fuga de hexano, originada pela rutura das ligações;</li> <li>2. Camião ligado (fonte de ignição).</li> </ol>
<pre> graph TD     A[Incêndio/Explosão] --&gt; B[Substância derramada]     A --&gt; C[Existência de uma fonte de ignição] </pre>	<p>Para ocorrer uma explosão ou um incêndio, é necessário ocorrerem duas falhas em simultâneo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existência de substância derramada;</li> <li>2. Camião ligado (fonte de ignição).</li> </ol>

Na tabela 5.7, encontra-se a compilação das principais falhas neste processo de descarga.

Tabela 5.7: Falhas possíveis no processo de descarga de hexano.

<b>Falhas possíveis nas descargas de hexano</b>	
1.	Informação incorreta, dada pela portaria
2.	Engano na informação dada ao motorista, com possível encaminhamento para a fábrica errada
3.	Engano na substância descarregada
4.	Acidente com o camião antes de chegar a fábrica
5.	Falta de contacto com o operador de extração
6.	Falta de verificação das condições de segurança
7.	Falta de aviso dos trabalhos de manutenção na fábrica
8.	Pessoal a fumar / foguear ou com outro tipo de material que possa causar faísca (fábrica de extração é uma fábrica abrangida pela Diretiva ATEX)
9.	Limpeza incorreta do local (existência de uma fonte de ignição)
10.	Não verificar se existe pessoal estranho ao procedimento
11.	Não efetuar o estacionamento no sentido de fuga
12.	Não desligar o camião durante o processo de descarga
13.	Deixar a chave na ignição e ligar o camião a meio do processo
14.	Não verificar estado das mangueiras
15.	Não verificar meios de primeiros socorros
16.	Distração dos colaboradores
17.	Distúrbios do normal funcionamento
18.	Atos intencionais de vandalismo
19.	Manutenção deficiente, que impossibilita uma boa ligação das mangueiras
20.	Não verificar ou verificar de forma incorreta as ligações
21.	Dar ordem de início quando as operações ainda não estão preparadas
22.	Início com o produto errado
23.	Não verificar nível de hexano

À semelhança da fábrica analisada anteriormente, na fábrica de extração de óleos vegetais, não foi registado nenhum acidente industrial grave desde o início da sua laboração, não devendo, no entanto, ser esquecido o potencial perigoso das substâncias utilizadas. A descarga de hexano trata-se de um processo simples e equipado de medidas que previnem a ocorrência de acidentes

industriais graves, como é demonstrado na tabela de análise de fatores humanos, presente no apêndice B (tabela B.2). Apesar de ser considerado um processo com uma reduzida probabilidade de ocorrerem acidentes industriais graves, é importante identificar e estudar medidas de melhoria que possam vir a tornar o processo mais seguro a nível industrial.

### 5.3.3. Medidas de melhoria propostas

Depois de apresentadas as principais possibilidades de falhas (tabela 5.7) e analisando a tabela de análise de fatores humanos (tabela B.2), foi possível detetar algumas medidas de melhoria que poderão contribuir para a redução da probabilidade de ocorrência de situações perigosas. Na tabela 5.8 são apresentadas as medidas de controlo propostas pela autora.

Tabela 5.8: Propostas de ações de melhoria (descarga de hexano).

<b>Propostas de melhoria/ Reforço ou melhoria de medidas de controlo</b>	
<b>Ação 1.</b>	Reforçar a sinalização existente.
<b>Ação 2.</b>	Existência de uma <i>checklist</i> , com o procedimento detalhado, que deverá ser preenchida ao longo do procedimento.
<b>Ação 3.</b>	Controlo da entrada da fábrica de extração. Necessidade de reunir a autorização da portaria e do responsável da fábrica, para proceder à abertura dos portões.
<b>Ação 4.</b>	Reforço e melhoria dos dispositivos de controlo de velocidade (lombas).
<b>Ação 5.</b>	Criar procedimento novo de iniciar descarga apenas depois do operador ter a chave do camião.
<b>Ação 6.</b>	Ações de sensibilização e formação, realizadas periodicamente, aos operários e responsáveis, abordando a temática dos fatores humanos.
<b>Ação 7.</b>	Calibração periódica do nível do tanque de hexano.
<b>Ação 8.</b>	Mecanismo que avise do fim da descarga.

Como comprovado, o processo de descarga de hexano é muito semelhante ao processo de descarga de metanol e de metilato de sódio. Por essa mesma razão, foram propostas algumas ações de melhoria iguais às propostas na análise feita anteriormente. As ações de melhoria 1, 2, 5, 6 e 8, correspondem, respetivamente, às ações 1, 3, 8, 9 e 10 propostas para a descarga de metanol e metilato de sódio. Desta forma, foram seguidamente detalhadas as restantes ações de melhoria.

#### a) **Ação 3 - Controlo da entrada da fábrica de extração. Necessidade de reunir a autorização da portaria e do responsável da fábrica, para proceder à abertura dos portões**

Tratando-se de uma fábrica abrangida pelas Diretiva Seveso e ATEX, é necessário que exista um controlo rigoroso das entradas e saídas desta. Para a fábrica de extração de óleos vegetais é efetuado um perímetro de segurança, cujo acesso só é possível com chave, sendo o operador que abre o portão e fecha depois de terminada a descarga. O objetivo desta ação será o controlo absoluto das entradas e saídas da fábrica de extração de óleos vegetais, sendo necessário existir uma autorização conjunta da portaria e do responsável da fábrica. Estas autorizações permitem verificar se a entrada nas instalações da Sovena Oilseeds Portugal foi feita em conformidade com os

regulamentos e que não existe nenhum engano. Estas autorizações poderão, em casos excepcionais, serem dadas apenas pelo responsável da fábrica de extração de óleos vegetais.

**b) Ação 4 - Reforço e melhoria dos dispositivos de controlo de velocidade (lombas)**

Esta medida tem como objetivo obrigar os veículos a circularem a uma velocidade inferior a 30km/h, dentro das instalações. Apesar de existir a obrigação de se realizar a circulação a uma velocidade não superior a 30Km/h, é difícil existir um controlo adequado. O reforço e melhoria das lombas já existentes limitariam a velocidade dentro das instalações, sendo que viria a reduzir a probabilidade de ocorrer um acidente entre veículos.

**c) Ação 7 - Calibração periódica do nível do tanque de hexano**

A calibração consiste num conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões. Esta medida de melhoria pretende prevenir qualquer desajuste no instrumento de medição que controla a capacidade de hexano armazenado no tanque. Esta capacidade deverá ser visível no monitor de controlo do processo. A calibração trata-se de uma medida de segurança que deve ser tomada para que as medições realizadas estejam de acordo com a realidade. Caso se proceda à calibração periódica, é necessário proceder-se a um estudo para determinar qual o intervalo de tempo necessário entre as calibrações. O objetivo desta medida é controlar a capacidade do tanque de hexano, sem que para isso seja necessário proceder a uma medição manual por parte dos trabalhadores.

#### **5.3.4. Priorização das ações de melhoria**

Como foi anteriormente referido, é necessário estudar quais as ações com maior contribuição para a segurança e prevenção de acidentes industriais graves. Para este efeito, foi efetuado o mesmo procedimento daquele aplicado para a descarga de metanol e metilato de sódio, através da adaptação da matriz GUT, que se encontra na tabela 5.9, em que os critérios são apresentados na tabela 5.7. Igualmente ao referido acima, as propostas de melhoria com maior pontuação total serão as que, na opinião conjunta da autora e da responsável pela segurança, terão a prioridade mais significativa. Em caso de empate e à semelhança do ocorrido na análise anterior, a autora em conjunto com a sua equipa de trabalho optou por priorizar a ação com menor custo de implementação e, se mesmo assim existir empate, a ação com menor complexidade de implementação será considerada em primeiro lugar.

Observando a tabela 5.9, concluímos que as ações de melhoria mais significativas, por ordem decrescente, são:

- **Ação 5** – Criar procedimento novo de iniciar descarga apenas depois do operador ter a chave do camião;



- **Ação 2** – Existência de uma *checklist*, com o procedimento detalhado, que deverá ser preenchida ao longo do procedimento;
- **Ação 6** – Ações de sensibilização e formação, feito periodicamente, aos operários e responsáveis abordando a temática dos fatores humanos;
- **Ação 4** – Reforço e melhoria dos dispositivos de controlo de velocidade (lombas);
- **Ação 3** – Controlo da entrada da fábrica de extração. Necessidade de reunir a autorização da portaria e do responsável da fábrica, para proceder a abertura dos portões;
- **Ação 1** – Reforçar a sinalização existente;
- **Ação 7** – Calibração periódica do nível do tanque de hexano;
- **Ação 8** - Mecanismo de aviso do fim da descarga.

Tabela 5.9: Matriz GUT (descarga de hexano).

Ações	Investimento (I)	Complexidade (C)	Impacto (Im)	Importância (I*C*Im)	Ordem
5	5	3	4	60	1º
2	4	3	4	48	2º
6	3	4	4	48	3º
4	3	4	4	48	4º
3	5	4	2	40	4º
1	3	4	2	24	6º
7	3	4	1	12	7º
8	1	2	2	4	10º

À semelhança da análise de fatores humanos na descarga de metanol e metilato de sódio, na descarga de hexano, a curto prazo devem ser investidos esforços na implementação das medidas com maior pontuação, sendo neste caso as quatro primeiras ações de melhoria (ações 5, 2, 6 e 4). Uma vez que a terceira e quarta medida de controlo têm pontuações muito semelhantes, optou-se por distinguir as quatro medidas de controlo, contrariamente à análise feita anteriormente, onde foram distinguidas apenas as três primeiras medidas. Comparando os resultados finais com a análise da descarga de metanol e descarga de metilato de sódio (subcapítulo 5.2.4), conclui-se que as três primeiras ações são comuns aos dois processos de descarga, apesar de possuírem ordens diferentes.

Em forma de síntese, a ação 5 proposta na descarga de hexano é equivalente à ação 8 proposta para a descarga de metanol e metilato de sódio. No apêndice D, pode ser consultada a normalização do novo procedimento sugerido, assim como uma proposta de cartaz informativo. A ação 2 equivale à ação 3 proposta na análise anterior. No apêndice C, pode ser consultada a proposta de *checklist*, efetuada pela autora. Por fim a ação 6 equivale à ação 9, podendo à semelhança do que foi feito anteriormente, ser consultado no apêndice E, uma proposta de folheto informativo, que tem como objetivo completar as ações de formação e sensibilização sugeridas neste estudo.

Como será observado no subcapítulo seguinte, a ação 4 tem como objetivo prevenir a ocorrência de uma, das duas falhas possíveis de originar um acidente industrial grave. O reforço e melhoria das lombas já existentes na organização pretendem limitar a velocidade de todos os veículos, que circulem no interior das instalações da Sovena Oilseeds Portugal. A prevenção de acidentes rodoviários é de extrema relevância, para a segurança industrial, uma vez que no contexto atual da organização, a ocorrência deste tipo de acidentes, poderiam ter consequências desastrosas e de efeito dominó.

#### **5.4. Conclusões gerais dos estudos efetuados**

O estudo efetuado evidenciou que tanto a descarga de metanol e metilato de sódio como a descarga de hexano são processos seguros a nível industrial. Geralmente, mesmo em processos que envolvam substâncias perigosas (e.g.: inflamáveis, explosivas, tóxicas, etc.), a ocorrência de um acidente industrial grave deve-se a causas múltiplas e é despoletado por falhas (técnicas ou humanas) que acontecem simultaneamente, como ilustrado nos diagramas de árvore de falhas (FTA) incluídos neste estudo. Isto é, mesmo que um processo esteja vulnerável a um dado erro ou falha humana, a ocorrência isolada desse erro ou falha raramente provoca o acidente. Além disso, os diagramas mostram também que muitas das vulnerabilidades dos processos são de natureza humana.

Conclui-se também que os três processos analisados são muito semelhantes e que, apesar das diferenças existentes nos procedimentos, para que ocorresse um acidente industrial grave teriam de existir as mesmas falhas em simultâneo. Por forma a concluir este estudo, foi elaborada uma FTA que diz respeito aos processos de descarga estudados anteriormente (figura 5.2).

A FTA, apresentada na figura 5.2, tem o objetivo de identificar, genericamente, as combinações de falhas necessárias para a ocorrência de um acidente industrial grave. É possível verificar que, para ocorrer o evento indesejado, existem duas grandes falhas que devem ser prevenidas. A primeira é a ocorrência de um acidente grave com o camião cisterna, uma vez que este transporta substâncias inflamáveis. Como já foi referido, existe uma elevada movimentação de veículos no interior das instalações, entre os quais camiões cisterna que transportam substâncias inflamáveis e que, em caso de acidente, podem ter consequências muito graves. Se deflagrar um incêndio (ou explosão) na sequência de um acidente com o camião, este pode propagar-se por outras instalações da fábrica respetiva. O reforço e melhoria da instalação de lombas, assim como o reforço de proteções e o reforço da sinalização, são exemplos de medidas que poderão prevenir este tipo de acidente.

Em segundo lugar, deve ser prevenida a simultaneidade de combustível, comburente e calor, para que não sejam criadas as condições necessárias para a deflagração de um incêndio. Dada a impossibilidade de isolar o comburente (o oxigénio), pois o processo é efetuado ao ar livre, deve-se ter o cuidado de não deixar coexistir o combustível (metanol, metilato de sódio ou hexano) e uma energia de ativação (o calor), que irá provocar o acontecimento indesejado, como é identificado na figura 5.2. Nesse sentido, deve existir uma cuidada supervisão dos procedimentos e dos

equipamentos utilizados, de forma a prevenir qualquer tipo de fuga ou derrame de substância. Porém, em caso de fuga ou derrame, deve-se efetuar o mais rápido possível a lavagem do local.

A criação de um novo procedimento, identificado como ação nº8 na descarga de metanol e descarga de metilato de sódio e como ação nº7 na descarga de hexano, é um exemplo prático de uma medida de melhoria que poderá prevenir a existência de uma energia de ativação, numa situação em que ainda não foi assegurada a inexistência de substância derramada. Por outro lado, deve-se apostar na formação e sensibilização dos trabalhadores, uma vez que está nas suas mãos optar pelo caminho mais seguro. Um trabalhador informado poderá evitar a formação de energia de ativação e estar mais atento sobre as condições de segurança do local.

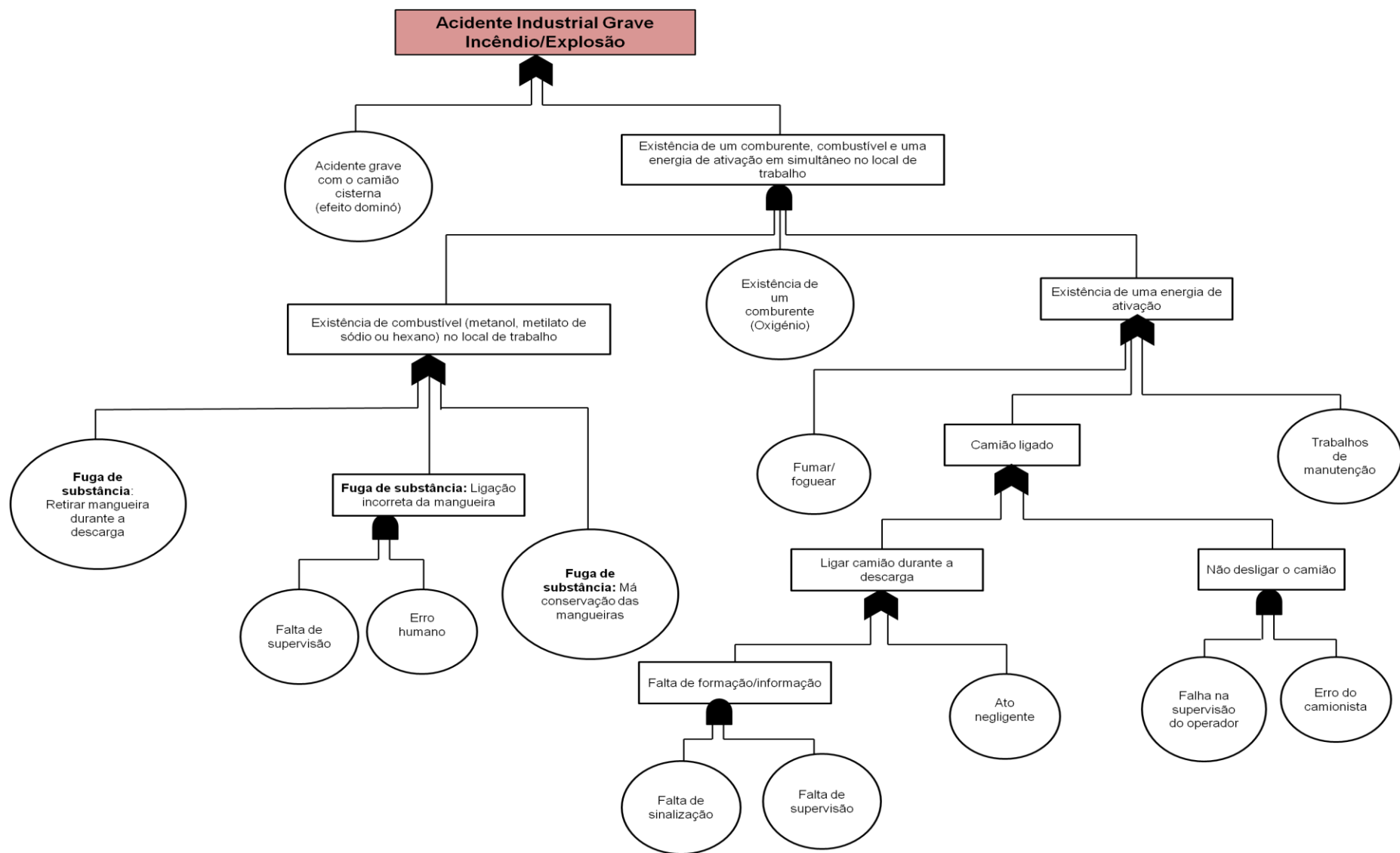


Figura 5.2: FTA do processo de descarga.

## CAPÍTULO VI – Conclusão

---

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais do trabalho desenvolvido na Sovena Oilsedes Portugal. São também apresentadas as contribuições práticas que advêm deste estudo, assim como as limitações encontradas ao longo do trabalho. Por último, são propostos vários estudos que poderão ser efetuados no futuro, no âmbito da análise de fatores humanos.

### 6.1. Conclusão do estudo de fatores humanos

Face ao panorama Nacional constatou-se que a temática de fatores humanos, apesar de pouco mencionada nas indústrias, começa a ganhar notoriedade na análise e prevenção de acidentes industriais graves. Atualmente, a consciência de que os trabalhadores poderão ter um papel ativo na prevenção de acidentes ou de incidentes, mas que é neles também que existe a possibilidade de despoletar um acidente ou incidente, despertou a necessidade de estudos focados na análise de fatores humanos em determinados processos.

A IGAMAOT, consciente desta problemática, recomendou a elaboração de uma análise de fatores humanos na Sovena Oilseeds Portugal, uma vez que se trata de uma fábrica abrangida pela Diretiva Seveso. Esta recomendação coincidiu com a proposta da autora, para elaboração de um trabalho na área da segurança, que se propôs a elaborar uma análise de fatores humanos nos processos de descarga de metanol, metilato de sódio e de hexano. Durante este estudo foram analisados ao pormenor cada procedimento e identificadas as possíveis falhas humanas em cada um dos processos analisados. O objetivo deste estudo foi aferir a segurança industrial dos três processos de descarga estudados e determinar ações de controlo que possam contribuir para uma melhoria significativa da segurança industrial da Sovena Oilseeds Portugal.

Desde o início deste estudo, era notório que a empresa dava importância à segurança e que tinha implementadas medidas de controlo de riscos industriais. Porém, o manuseamento de substâncias perigosas e a abrangência da Diretiva Seveso despertam a necessidade de um estudo mais aprofundado de maneira a tentar perceber o que se poderá melhorar nesta organização. Recorrendo à metodologia *Human-HAZOP*, das autoridades britânicas do HSE publicado em 2005 e preenchendo a tabela de determinação de fatores humanos proposta na metodologia HSE, foi detalhado e analisado ao pormenor todas as etapas de cada um dos processos em separado. O preenchimento

desta tabela permitiu identificar as falhas possíveis de ocorrer e as suas consequências ao nível da segurança industrial. No entanto, foi possível também identificar o potencial de recuperação de cada uma das falhas, e desta forma estudar e analisar novas ações de melhoria a serem implementadas nos processos. No final, foi identificada uma lista de ações de melhoria propostas pela autora e feita uma priorização das medidas mais significativas em conjunto com a responsável da segurança. Para determinar as ações a implementar numa fase inicial, foram estudadas todas as alternativas e discutidas com a engenheira de segurança, de forma a identificar as ações de melhoria com maior impacto na organização ao nível dos fatores humanos; sendo posteriormente feita uma priorização destas ações.

Para o processo de descarga de metanol e metilato de sódio, foram identificadas um conjunto de medidas de melhoria, das quais as três mais pontuadas são:

1. Criar procedimento novo: Iniciar descarga, apenas depois do operador ter a chave do camião;
2. Existência de uma *checklist*, com o procedimento detalhado, que deverá ser preenchida ao longo do procedimento;
3. Ações de sensibilização e formação, feito periodicamente, aos operadores e responsáveis, abordando a temática dos fatores humanos.

Para a descarga de hexano, distinguiram-se quatro medidas, sendo elas:

1. Criar procedimento novo: Iniciar descarga, apenas depois do operador ter a chave do camião;
2. Existência de uma *checklist*, com o procedimento detalhado, que deverá ser preenchida ao longo do procedimento;
3. Ações de sensibilização e formação, feitas periodicamente, aos operários e responsáveis, abordando a temática dos fatores humanos;
4. Reforço e melhoria dos dispositivos de controlo de velocidade (lombas).

Este estudo permitiu concluir que os processos de descarga são processos relativamente seguros ao nível da segurança industrial, porém deve existir um investimento na formação e sensibilização dos trabalhadores afetos. Devido ao manuseamento de substâncias perigosas, torna-se necessário melhorar a cultura de segurança na Sovena Oilseeds Portugal, envolvendo não só os colaboradores da área produtiva como todos os colaboradores da organização, uma vez que a tendência dos trabalhadores para seguirem as regras ou normas de segurança, demonstra se a organização tem ou não uma boa cultura de segurança. É importante reforçar a ideia de que uma boa cultura de segurança pode ter influência nos resultados da segurança como nos sistemas de gestão de segurança, sendo por isso um assunto de elevada relevância para a organização.

## **6.2. Contributos do estudo**

Na prática, esta dissertação produziu um conjunto de ações de melhoria ou de reforço de medidas de controlo já existentes. A identificação destas ações de controlo é efetuada no Capítulo 5. Estas ações de melhoria têm como objetivo a redução, até um nível economicamente viável, do risco destas atividades. Verificou-se que a aposta na formação e sensibilização dos trabalhadores será a ação de melhoria com maior impacto e com menor custo de implementação. O estudo permitiu identificar os trabalhadores como foco da prevenção de acidentes industriais graves, e permitiu identificar medidas concretas que diminuam a possibilidade de ocorrerem erros humanos.

Numa vertente ainda mais prática, foram elaborados folhetos explicativos que poderão ser distribuídos pelos trabalhadores. Estes serão um complemento ao processo de formação e sensibilização sugeridos, como forma de prevenir a ocorrência de acidentes industriais graves

## **6.3. Limitações do estudo**

Uma condicionante associada ao estudo, centra-se na impossibilidade de acompanhamento da totalidade dos processos de descarga efetuados e na impossibilidade de acompanhar a fase de implementação das medidas de melhoria. A questão do acompanhamento prende-se com o facto das medidas propostas necessitarem de um período considerável para implementação. Além disso, ainda carecem de aprovação pela gestão de topo da empresa e, eventualmente cabimentação no orçamento anual.

Outra condicionante importante foi a impossibilidade que este estudo teve de analisar os fatores humanos na organização, como um todo. Uma vez que foi sugerido um plano de formação e sensibilização desta temática na Sovena Oilseeds Portugal, deveriam ter sido analisados mais processos, de forma a complementar as formações e a abrangência das medidas de controlo. No entanto, para contornar esta limitação, sugerem-se tarefas a desempenhar no futuro, para assegurar a continuidade deste primeiro passo.

## **6.4. Propostas de trabalhos futuro**

A diminuição da probabilidade de ocorrência de acidentes deve ser um processo interminável, assentando na temática da melhoria contínua dos processos. Apesar da fiabilidade das máquinas utilizadas nos processos ser cada vez maior, é necessário ter em conta os trabalhadores envolvidos e que, de alguma forma, contribuem para a execução correta dos processos. Estudos relacionados com os fatores humanos devem ser desenvolvidos, para que a organização tenha a possibilidade de conhecer e tentar diminuir ou eliminar o potencial perigoso, no que diz respeito à componente humana. Como tal, propõem-se alguns tópicos a desenvolver em trabalhos futuros na Sovena Oilseeds Portugal:

- Análise de fatores humanos, no processo de desgaseificação da fábrica de extração. A desgaseificação é um procedimento que consiste em retirar todos os vestígios de hexano e isolar os tanques de armazenagem desta substância, de forma a ser possível efetuar trabalhos de manutenção na fábrica;

- Análise de fatores humanos ao plano de emergência interno (PEI). Esta análise permitirá à empresa estudar as principais e mais prováveis falhas dos trabalhadores, quando acionado o PEI, de forma a poderem dar formação mais especializada e direcionada.

De realçar que este último caso (análise do PEI), servirá também para colmatar uma lacuna da própria metodologia, uma vez que está mais vocacionada para a “prevenção” dando menos atenção à “proteção” e “emergência”. O PEI é, por definição, um importante instrumento de emergência em caso de sinistro; como tal, também deve ser avaliado em termos de falha humana.



## Referências bibliográficas

---

**ABB limited**, 2012. Human-HAZOP. Disponível em:

[www05.abb.com/global/scot/scot288.nsf/veritydisplay/ebf5c06e896efe22482578390038f156/\\$file/human-hazop%28prs130a%29lowres.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot288.nsf/veritydisplay/ebf5c06e896efe22482578390038f156/$file/human-hazop%28prs130a%29lowres.pdf)>, consultado pela última vez em 23/11/2013.

**Annet, J., e Stanton, N.A.**, 2000. Task analysis. London: Taylor & Francis.

**Barbosa, D. e Haguenauer, D.**, 2009. A influência do fator humano nos cenários acidentais de uma refinaria de petróleo. 5º Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, Brasil.

Disponível em:

[www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8\\_0152\\_0769.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8_0152_0769.pdf)>, consultado pela última vez em 03/08/2013.

**Benner, L.**, 1980. Five accident perceptions: Their implications for accident investigators. Journal of the System Safety Society, 16 (11). Disponível em:

<http://www.iprr.org/papers/percept.html#fnB27>>, consultado pela última vez a 23/09/2013.

**Center For Chemical Process Safety (CCPS)**, 1994. Guidelines for preventing human error in process safety. New York: AICHE.

**Center For Chemical Process Safety (CCPS)**, 2005. Building process safety culture: tools to enhance process safety performance. New York: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. Disponível em: [www.aiche.org/ccps/topics/elements-process-safety/commitment-process-safety/process-safety-culture/flinborough-case-history](http://www.aiche.org/ccps/topics/elements-process-safety/commitment-process-safety/process-safety-culture/flinborough-case-history)>, consultado pela última vez em 25/08/2013.

**Center For Chemical Process Safety (CCPS)**, 2008. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. 3º edição. New York: AICHE.

**Christou, M.**, 2000. Substances dangerous for the environment: in the context of council Directive 96/82/EC. Institute for systems informatics and safety - Joint Research Center. Disponível em: [http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/repository/sta/mahb/docs/SpecialRegulatoryTopics/Dangerous\\_substances.pdf](http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/repository/sta/mahb/docs/SpecialRegulatoryTopics/Dangerous_substances.pdf)>, consultado pela última vez em 22/10/2013.

**Costella, M., e Saurin, T., 2005.** Proposta de método para identificação de tipos de erros humanos. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Porto Alegre (RS). Disponível em: [www.produção.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/113\\_proposta%20de%20m%C3%A9todo%20para%20identifica%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.produção.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/113_proposta%20de%20m%C3%A9todo%20para%20identifica%C3%A7%C3%A3o.pdf), consultado pela última vez em 10/11/2013.

**Decreto-Lei nº 254/2007 de 12 de Julho de 2007.** Transpõe para direito interno a Directiva n.º 2003/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2003, que altera a Directiva n.º 96/82/CE (Seveso II).

**Decreto-lei nº236/2003 de 30 de Setembro de 2003.** Transpõem a Directiva nº1999/92/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro, Relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas.

**Decreto-lei nº63 de 2 de Abril de 2008.** Transpõe para ordem jurídica nacional as Directivas 2008/8/CE de 23 de Janeiro, 2004/66/CE de 26 de Abril de 2006/96/CE de 20 de Novembro, relacionada com as preparações perigosas. Adequa também o regime do DL 82/2003 ao regulamento 1907/2006 de 18 de Dezembro relativo ao REACH.

**Dekker, S., 2002.** Reconstructing human contributions to accidents: the new view on error and performance, Journal of Safety Research, 33 pp. 371-385.

**Directiva 1999/92/CE (Directiva ATEX), 1999.** Relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas.

**Directiva 2003/105/CE, 2003.** Altera a Directiva 96/82/CE do Conselho relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas.

**Directiva 96/82/CE, 1996.** Relativa à prevenção de riscos de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente. (Directiva Seveso II).

**Directiva 2012/18/CE, 2012.** Relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, que altera e subsequentemente revoga a Directiva 96/82/CE do Conselho (Directiva Seveso III).

**Dorman P., 2000.** The economics of safety, health, and well-being at work: an overview. In Focus Program on SafeWork, International Labour Organisation, Geneva. Disponível em: [http://oit.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_110382.pdf](http://oit.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_110382.pdf), consultado pela última vez em 17/10/2013

**Embrey, D., 1994.** Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety. New York: American Institute of Chemical Engineers.

**Ericson, C.,** 1999. Fault Tree analysis – A History. 17<sup>th</sup> International System Safety Conference, Seattle. Disponível em: < <http://www.fault-tree.net/papers/ericson-fta-history.pdf>>, consultado pela última vez em 07/01/2014.

**Fragata, J., e Martins, L.,** 2004. O erro em Medicina. 1<sup>o</sup> Edição. Coimbra: Almedina.

**Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais,** 2011. Revisão da Diretiva Seveso II: Enquadramento. Disponível em: <[http://www.apipe.org/docs/gabinete\\_tecnico/Revisao\\_sevesoII\\_Enquadramento\\_Jan11.pdf](http://www.apipe.org/docs/gabinete_tecnico/Revisao_sevesoII_Enquadramento_Jan11.pdf)>, consultado pela última vez em 05/11/2013.

**Gadd, S., Keeley, D., e Balmforth. H.,** 2004. Pitfalls in risk assessment: examples from the UK. Journal of Occupational Accidents, 42 (9) pp.841–857.

**Gomes, L. (2006).** Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes. Revista FAE, 9 (1) pp. 35-50.

**Grimaldi, J.,** 1947. Paper at the ASME standing committee on Safety. Atlantic City, N.J.

**Harms-Ringdahl, L.,** 2001. Satey Analysis-Principles and Prattice in Occupational Safety. 2<sup>o</sup> edição. Taylor & Francis: London.

**Harms-Ringdahl, L.,** 2003. Assessing Safety Functions – results from a case study at an industrial workplace. Safety Science, 41(8) pp. 701-720.

**Harms-Ringdahl, L.,** 2013. Guide to safety analysis for accident prevention. IRS Riskhantering AB, Stockholm: Sweden. Disponível em: <<http://www.irisk.se/sabook/SA-book1.pdf>>, consultado pela última vez em 12/11/2013.

**Health and Safety Executive (HSE),** 2001. Reducing Risks: Protecting People. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf>>, consultado pela última vez em 3/12/2013.

**Health and Safety Executive (HSE),** 2004. Guidance on ‘As Low As Reasonably Practicable’ (ALARP) Decisions in Control of Major Accident Hazards (COMAH). Disponível em: <<http://paulthorn.co.uk/healthandsafety/COMAH/ALARP-COMAH%202003.pdf>>, consultado pela última vez a 22/09/2013.

**Health and Safety Executive (HSE),** 2005. Inspectors Toolkit: Human factors in the management of major accident hazards. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/humanfactors/comah/toolkitintro.pdf>>, consultado pela última vez a 10/12/2013.

**Heinrich, H. W.,** 1959. Industrial accident prevention: a scientific approach. 4<sup>o</sup> edição. New York: McGraw Hill.

- Heinrich, H.W., Petersen, D. e Roos, N.,** 1980. Industrial Accident Prevention. 5ª edição. New York: McGraw-Hill.
- Hollnagel, E.,** 2002. Time and time again. Theoretical issues in Ergonomics Science, 3(2) pp. 143-158.
- Hollnagel, E.,** 2004. Barriers and Accident Prevention. England: Ashgate Publishing Company.
- Hollnagel, E., Woods, D., e Leveson, N.,** 2006. Resilience Engineering: Concepts and Precepts. Aldershot. UK: Ashgate Publishing.
- Jones-Lee, M., e Aven, T.,** 2011. ALARP- What does it really mean? Reliability Engineering and System Safety, 96 pp. 877-882.
- Kirwan, B.,** 1994. A guide to practical human reliability assessment. London: Taylor & Francis Ltd..
- Kletz, T.,** 1983. HAZOP & HAZAN- Notes on the Identification and Assessment of Hazards Institution of Chemical Engineers. Rugby, Warks: Institutions of Chemical Engineers.
- Kletz, T.,** 2001. Learning from Accidents. 3ª edição. Oxford: Gulf Professional Publishing.
- Kletz, T.,** 2003. Still Going Wrong! Cases Histories of Process Plant Disasters and How They Could Have Been Avoided. Oxford : GPP Elsevier.
- Kumamoto, H., e Henley, E.,** 1996. Probabilistic Risk Assessment and management for engineers and scientists. 2ª edição. New York: IEEE Press.
- Kvale, S.,** 1996. Interviews: An introduction to Qualitative Research Interviewing. London: Sage Publications, Inc..
- Laville, C., e Dionne, J.,** 1999. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.
- Lees, F.P.,** 2005. Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 3ª edição. Texas: Sam Mannan.
- Lorenzo, D. K.,** 2001. Um guia do gerente para redução de erros humanos: melhorando o desempenho humano nos processos industriais. Washington: EQE, International Inc..
- McElroy, F.,** 1974. Accident Prevention Manual for Industrial Operations. 7ª edição. USA: National Safety Council.
- Miguel, A. S.,** 2002. Manual de Higiene e Segurança do Trabalho. 6ª edição. Porto: Porto Editora.
- Norma Portuguesa 4397, 2008.** Norma Portuguesa para Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho - Requisitos. Instituto Português da Qualidade.

- OHSAS 18001, 2007.** Occupational health and safety management systems - Requirements. 2ª edição. British Standard Institutions (BSI).
- Rasmussen, J., 1997.** Risk management in a Dynamic Society: A Modeling Problem. Safety Science, 27, 183-213.
- Rausand, M, e Hoyland, A., 2004.** System Reliability Theory; Models, statistical methods and applications, Ney Jersey: Wiley.
- Rausand, M., 2005.** HAZOP. Hazard and Operability StudyDisponível em: <<http://frigg.ivt.ntnu.no/ross/slides/hazop.pdf>>, consultado pela última vez a 13/12/2013.
- Reason, J., 1990.** Human Error. New York: Cambridge University Press.
- Reason, J., 1997.** Managing the Risks of Organizational Accidents. Aldershot: Ashgate Publishing Ltd..
- Reason, J., 2000.** Human error: models and management. British Medical Journal. 320 pp. 768 – 770.
- Reason, J., e Hobbs, A., 2004.** Managing Maintenance Error: A Practical Guide. England: Ashgate Publishing Company.
- Rede Notícia, 2012.** Diretiva Seveso III – melhor proteção dos cidadãos e do ambiente contra acidentes. Disponível em: <<http://redenoticia.eu/noticia/noticia/diretiva-seveso-iii-melhor-protecao-dos-cidadaos-e-do-ambiente-contra-acidentes/1093>>, consultado pela última vez em 30/10/2013.
- Royal Norwegian ministry of labour and social inclusion, 2006.** Report nº 12 to the storting: Health, Safety and environment in the petroleum activities. Norway.
- Simões, M., Simplicio, B., e Carvalho, J., 2007.** Projeto de classificação de acidentes/ incidentes. Disponível em: <[http://www.igaot.pt/wp-content/uploads/2010/02/ACIDENTES\\_definitivo.pdf](http://www.igaot.pt/wp-content/uploads/2010/02/ACIDENTES_definitivo.pdf)>, consultado pela última vez a 02/09/2013.
- Takala, J., 1998.** Global estimates of fatal occupational accidents. (Special Supplement), 16º International Conference of Labour Statisticians. International Labour Organization – ILO, Geneva. Disponível em: < [www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/globesti.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/globesti.pdf)>, consultado pela última vez a 23/08/2012.
- Taylor, J.R., 1994.** Risk analysis for process plan, pipelines and transport. London: E & FN Spon.
- Vaughan, D., 1996.** The challenger launch decision: risky technology, culture and deviance at NASA. Chicago: University of Chicago Press.




## **Anexo A – Instruções de trabalho das operações de descarga de metanol e metilato de sódio**

---






	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT.SEG.09/01
	OPERAÇÃO DE DESCARGA DE METANOL E METILATO DE SÓDIO	08-09-2010

## 1. Objetivo e âmbito

A presente Instrução de Trabalho tem como objetivo assegurar a operação de descarga de metanol e metilato de sódio em segurança.

2. Tarefa	Responsável	Registo
2.1.Requisitos para entrada nas instalações	Portaria	Impresso Securitas
Contactar o responsável da Fábrica de Biodiesel a informar da chegada do camião cisterna.		
Após autorização do responsável da Fábrica, solicitar ao motorista que se dirija à báscula e de seguida ao local de descarga.	Portaria	
2.2.Requisitos para entrada nas Fábricas	Responsável Biodiesel	
Contactar o operador do Biodiesel e informar da chegada do camião cisterna.		
Verificar se a instalação se encontra em condições normais de funcionamento e se não estão a decorrer trabalhos de manutenção nas proximidades.		
Garantir que não existe pessoal estranho ao serviço na zona de descarga.	Operador Biodiesel	
2.3.Requisitos para iniciar a descarga	Operador Biodiesel	
Verificar se o local de descarga se encontra limpo de qualquer fonte de ignição.		
Verificar se os terminais de descarga de terra e os respectivos cabos se encontram em perfeito estado de conservação.		
Verificar o estado das mangueiras.		
Verificar se os meios de primeira intervenção se encontram no local (material de absorção de derrame e extintor de pó químico – 50Kg).		
Verificar se o sistema de inertização se encontra em funcionamento.		
Verificar todas as ligações, incluindo o sistema de compensação de gases.		

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT.SEG.09/01
	OPERAÇÃO DE DESCARGA DE METANOL E METILATO DE SÓDIO	08-09-2010


Verificar se o motorista tem os equipamentos de protecção individual adequados.	Operador Biosiesel	
Verificar se o camião se encontra desligado.		
Verificar se o camião se encontra ligado à terra.		
Dar autorização para iniciar a descarga e acompanhar a operação.		
Após terminada a descarga, verificar se o local ficou em condições de segurança.		
Encaminhar a cisterna para a Portaria.		

Elaborado por: SEG	Aprovado por: DF	Pág.: 2/2
--------------------	------------------	-----------

## **Anexo B – Instruções de trabalho da operação de descarga de hexano**

---




	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT.SEG.01/01
	OPERAÇÃO DE DESCARGA DE HEXANO	08-09-2010

## 1. Objetivo e âmbito

A presente Instrução de Trabalho tem como objetivo assegurar a operação de descarga de metanol e metilato de sódio em segurança.

2. Tarefa	Responsável	Registo	
2.1.Requisitos para entrada nas instalações	Portaria	Impresso  Securitas	
Contactar o responsável das Fábricas 1 e 2 a informar da chegada do camião cisterna.			
Após autorização do responsável das Fábricas, solicitar ao motorista que se dirija à báscula e de seguida ao local de descarga.	Portaria		
2.2.Requisitos para entrada nas Fábricas	Responsável Fábricas		
Contactar o operador da extracção a informar da chegada do camião cisterna.			
Verificar se a instalação se encontra em condições normais de funcionamento e se não estão a decorrer trabalhos de manutenção.			Operador Extracção
Garantir que não existe pessoal estranho ao serviço dentro da fábrica de extracção.			
Solicitar ao motorista que estacione o camião no sentido da fuga			
Fechar o portão de forma a evitar entrada de pessoas estranhas.			
2.3.Requisitos para iniciar a descarga			Operador Extracção
Verificar se o local de descarga se encontra limpo de qualquer fonte de ignição.			
Verificar se os terminais de descarga de terra e os respectivos cabos se encontram em perfeito estado de conservação.			
Verificar o estado das mangueiras.			
Verificar se os meios de primeira intervenção se encontram no local (material de absorção de derrame e extintor de pó químico – 50Kg).			

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT.SEG.01/01
	OPERAÇÃO DE DESCARGA DE HEXANO	08-09-2010

Verificar se o motorista tem os equipamentos de protecção individual adequados.	Operador Extracção	
Verificar se o camião se encontra desligado.		
Verificar se o camião se encontra ligado à terra.		
Dar autorização para iniciar a descarga e acompanhar a operação.		
Após terminada a descarga, verificar se o local ficou em condições de segurança.		
Encaminhar a cisterna para a Portaria ou para a outra fábrica (1 ou 2).		
Fechar o portão.		

Elaborado por: SEG	Aprovado por: DF	Pág.: 2/2
--------------------	------------------	-----------





# Apêndice A – Informações importantes, sobre as substâncias manuseadas

## A.1. Metanol e metilato de sódio

### a) Informações relevantes das substâncias utilizadas

O manuseamento de substâncias perigosas requer determinados cuidados que apenas são possíveis com um apropriado conhecimento da substância química manuseada. É necessário conhecer a classificação de cada uma das substâncias químicas utilizadas, assim como os riscos e os cuidados de segurança a ter. Para tal, é apresentada na tabela A.1 a classificação, frases de risco e frases de segurança do metanol e do metilato de sódio, presentes nas fichas de segurança das respetivas substâncias.

Tabela A.1: Informações gerais sobre metanol/metilato de sódio

	<u>Metanol</u>	<u>Metilato de sódio</u>
<u>Classificação</u>	 Inflamável  Tóxico	 Tóxico  Corrosivo.
<u>Frases de Risco</u>	<b>R11:</b> Facilmente inflamável; <b>R23/25:</b> Tóxico por inalação e ingestão.	<b>R10:</b> Inflamável <b>R23/24/25:</b> Tóxico por inalação, se atingir a pele e por ingestão; <b>R35:</b> Provoca queimaduras graves; <b>R39/23/24/25:</b> Tóxico - perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e se atingir a pele e por ingestão.
<u>Frases de segurança</u>	<b>S7:</b> Manter o recipiente bem fechado; <b>S16:</b> Conservar longe de fontes de ignição- não fumar; <b>S24:</b> Evitar o contacto com a pele;	<b>S36/37/39.</b> Usar vestuário, luvas e equipamentos protetor para olhos e face adequados; <b>S28:</b> Se atingir a pele, lavar imediatamente e abundantemente com água; <b>S26:</b> Se atingir a os olhos, lavar imediatamente e abundantemente com água e consultar um médico;
	<b>S45:</b> Em caso de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico.	

### b) Medidas de primeiros socorros

Como já referido, o objetivo deste trabalho foi o estudo dos fatores humanos no contexto da segurança industrial, pretendendo-se a diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes industriais graves, com a implementação de medidas de melhoria de fatores humanos. Porém é importante que

a organização esteja preparada para prestar os primeiros socorros, pois uma correta e eficaz prestação de primeiros socorros pode diminuir ou até evitar complicações futuras na vítima e, em casos extremos, evitar a sua morte. Deve existir a perceção que antes da intervenção do socorrista, deve existir a certificação das condições de segurança, de forma a não coloca-lo em risco. Nunca deve ser posta em causa a vida ou a segurança do socorrista. Na tabela A.2, são identificadas algumas informações importantes sobre os primeiros socorros. Apesar dos primeiros socorros serem de extrema importância, é necessário referir que não substituem a consulta de um especialista

Tabela A.2: Informações importantes sobre primeiros socorros

	<u><b>Metanol</b></u>	<u><b>Metilato de sódio</b></u>
<u><b>Indicações gerais</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O socorrista deve cuidar da sua própria segurança em primeiro lugar. Deve retirar imediatamente a roupa contaminada.</li> <li>- Em caso de desmaio colocar a pessoa em posição lateral e eventualmente fazer respiração artificial</li> </ul>	
<u><b>Após inalação</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover, imediatamente, o sinistrado da zona contaminada.</li> </ul> <p>Se ocorreu uma grande inalação de vapores a altas concentrações, poderá ser necessário recorrer a respiração artificial ou aplicação de oxigénio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manter o paciente calmo, remover para um local arejado e consultar um médico</li> </ul>
<u><b>Após contacto com a pele</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover a roupa contaminada e lavar a pele com água e sabão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavar imediatamente e cuidadosamente com água, aplicar um curativo esterilizado e consultar um dermatologista.</li> </ul>
<u><b>Após contacto com os olhos</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrigar, abundantemente com água ou com uma solução de tampão de lavagem (com 2,5% de Bórax, 2,5% de Ácido Bórico e 0,07% de Hidroxibenzoato de Metilato), que atua como bactericida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enxaguar imediatamente os olhos com água corrente durante pelo menos 15 minutos, mantendo as pálpebras bem abertas. Consultar um oftalmologista.</li> </ul>
<u><b>Após ingestão</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se o sinistrado está consciente, <u>provocar o vômito</u> com os dedos ou por ingestão de água salgada. Transportar para o hospital, acompanhado com a ficha de segurança da substância.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavar imediatamente a boca com água e posteriormente beber água abundantemente, <u>evitar o vômito</u>. Administrar uma dose de 50 ml de etanol numa concentração bebível. Procurar assistência médica</li> </ul>

### c) Medidas de combate a incêndios

Na tabela A.3, são identificadas algumas informações importantes sobre as medidas de combate a incêndio, presentes nas respetivas fichas de segurança do metanol e do metilato de sódio.

Tabela A.3 Medidas de combate a incêndios

	<u><b>Metanol</b></u>	<u><b>Metilato de sódio</b></u>
<u><b>Meios adequados de extinção</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Água pulverizada, espuma, pó químico e dióxido de carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pó químico seco, areia, espuma resistente ao álcool</li> </ul>
<u><b>Meios de extinção não adequados</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não se aconselha a utilização de água em jato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não é adequado utilizar água e dióxido de carbono por motivos de segurança</li> </ul>
<u><b>Equipamento de proteção individual</b></u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar vestuário de proteção resistente a produtos químicos e aparelho de respiração autónomo.</li> </ul>	
<u><b>Observações</b></u>	<p><u>Riscos da exposição</u> - evitar a exposição aos gases de combustão. Os vapores de metanol podem formar misturar explosivas com o ar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risco de reação exotérmica;</li> <li>- Os vapores são mais pesados que o ar e podem acumular-se em zonas baixas e percorrer distâncias consideráveis até à fonte de ignição;</li> <li>- Recolher separadamente a água de extinção contaminada, não deixar que se infiltre na canalização ou esgoto;</li> <li>- Proteger os recipientes fechados de um aumento na temperatura para não resultar em aumento da pressão</li> </ul>



A maioria dos incêndios ocorre, direta ou indiretamente, devido à intervenção humana, sendo, no entanto, imprescindível a sua participação na prevenção e no combate. É importante que exista a consciência de que a possibilidade de incêndio é real e que deve existir um conjunto eficaz de medidas de combate, mas, mais importante de tudo, é que os intervenientes diretos nos processos tenham os conhecimentos básicos de combate a incêndios.

#### **d) Equipamentos de proteção individual**

Os equipamentos de proteção individual (EPI) são uma medida de proteção, que se destina à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde dos trabalhadores. A escolha deste tipo de dispositivos deve ser criteriosa, devendo ser consideradas as informações que constam nas fichas de segurança de cada substância.

Tratando-se de uma substância tóxica, é geralmente necessária a proteção das vias respiratórias. Porém, o local é suficientemente ventilado e, como tal, a utilização de proteção das vias respiratórias torna-se desnecessária. A utilização deste tipo de proteção só deverá ser aplicada em caso de ventilação insuficiente, o que não é o caso do local de descarga de metanol e de metilato de sódio, já que este é a céu aberto, o que permite a livre circulação do ar.

Devido à possibilidade de contacto com a substância química, devem ser utilizadas luvas resistentes a produtos químicos. Por exemplo, o uso de luvas em PVC é obrigatório, assim com o uso de equipamentos de proteção do corpo (fato em PVC e botas em PVC ou de borracha). Para evitar um possível contacto com os olhos, devem ser utilizados óculos de segurança com abas laterais (óculos com armação) e protetor facial.








O contacto destas substâncias com a pele e olhos, assim como a sua inalação, deve ser evitado, sendo que os trabalhadores devem estar devidamente informados sobre os riscos específicos e conhecer todas as precauções que devem ser tomadas em caso de contacto.

### **A.2. Hexano**

#### **a) Informações relevantes das substâncias utilizadas**

Tratando-se de uma substância perigosa, é importante conhecer determinadas informações que se encontram presentes na ficha de segurança do hexano; para tal encontram-se na tabela A.4, as informações que a autora considerou de maior importância para a caracterização da substância manuseada, permitindo um melhor conhecimento dos riscos associados ao manuseamento do hexano.

Tabela A.4: Informações gerais sobre o hexano

Classificação conforme o regulamento n.º 1272/2008	
Relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas.	
	H225 - Líquido e vapor facilmente inflamáveis
	H361 - Suspeito de afetar a fertilidade ou o nascituro. H373 - Pode afetar os órgãos após exposição prolongada ou repetida. H304 - Pode ser mortal por ingestão e penetração nas vias respiratórias.
	H411 - Tóxico para os organismos aquáticos com efeitos duradouros
	H315 - Provoca irritação cutânea. H336 - Pode provocar sonolência ou vertigens.
Classificação em conformidade com a Diretiva 67/548/CEE ou Diretiva 1999/45/CE	
	R48/20-62-65 - Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação. Possíveis riscos de comprometer a fertilidade. Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido. R38 - Irritante para a pele
	R11 - Facilmente inflamável.
	R51/53 - Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático
	R67 - Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores. <b>Aviso especial sobre os riscos para o homem e o ambiente:</b> Em caso de acumulação em espaços fechados ou pontos baixos existe o perigo de incêndio ou de explosão. O vapor pode formar misturas explosivas com o ar.

#### a) Medidas de primeiros socorros

Antes proceder ao salvamento de qualquer vítima, deve-se isolar a área de todas as potenciais fontes de ignição desligando inclusivamente as fontes de alimentação elétrica. Deve-se também garantir uma ventilação adequada e verificar se está presente uma atmosfera segura e respirável antes de entrar em espaços confinados. Caso ocorra a inalação de vapores, a vítima poderá sentir dores de cabeça, náuseas, vômitos e um estado alterado de consciência, devendo ser removida para um local seguro e bem ventilado, porém devem ser asseguradas as condições de segurança de forma a evitar todos os perigos relacionados com o fogo, explosão e inalação para quem efetua o salvamento, incluindo a utilização de aparelhos de respiração. Caso a respiração se faça dificilmente, administrar oxigénio se possível ou ventilação assistida.

Em caso de contacto com a pele, deve-se encharcar a roupa contaminada com água antes de a remover para evitar o risco de existência de eletricidade estática. Remover a roupa contaminada, o calçado contaminado e eliminá-los de forma segura. Lavar imediatamente a zona afetada com água e sabão e enxaguar abundantemente. Procure cuidados médicos caso surja algum inchaço ou alguma irritação ou vermelhidão na pele persistentes.

Em caso de contacto com os olhos, deve-se lavar imediatamente os olhos com água abundante, mantendo as pálpebras abertas, durante alguns minutos. Remover as lentes de contacto, se existirem e se for fácil fazê-lo. Não administrar gotas para os olhos nem qualquer outro líquido sem aprovação médica. Caso surja e persista alguma irritação, visão desfocada ou inchaço, obter conselhos médicos de um especialista.

## **b) Medidas de combate a incêndio**

Em caso de incêndio, são recomendada a utilização de CO<sub>2</sub>, pó químico, espuma ou água pulverizada para a sua extinção. No entanto, a utilização de jato de água, e a utilização de espuma e água na mesma superfície são desaconselháveis.

Devem ser considerados vários perigos específicos, na extinção de um incêndio, com a presença de hexano:

- Pode originar mistura explosiva de vapor e ar;
- Perigo de explosão elevado em espaços confinados e na presença de fontes de ignição;
- Em caso de incêndio podem libertar-se gases tóxicos;
- Em caso de combustão incompleta liberta-se monóxido de carbono;
- Os vapores são mais densos do que o ar. Quando acumulados nos níveis mais baixos podem introduzir-se nos drenos ou noutras passagens subterrâneas, e entrar em contacto com fontes de ignição distantes do ponto de fuga;

Os trabalhadores de combate a incêndio deverão utilizar: equipamento de proteção respiratória autónomo (em caso de incêndio de grandes dimensões ou em espaços com deficiência de oxigénio), vestuário completo de proteção (em caso de incêndio de grandes dimensões) e máscara de proteção respiratória (em caso de incêndio de pequenas dimensões).

## **c) Equipamentos de proteção individual**

Os equipamentos de proteção individuais (EPI) são uma medida de proteção, que se destina à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde do trabalho. A escolha deste tipo de dispositivos deve ser criteriosa, e deve levar em conta as informações que constam nas fichas de segurança de cada substância.

Para proteção da respiração a ficha de segurança do hexano, recomenda a utilização de filtro respiratório adequado a vapores orgânicos quando houver uma exposição reduzida ou durante um curto espaço de tempo; quando esta for mais longa ou então mais intensa, utilizar equipamento de proteção respiratória autónomo. De forma a proteger as mãos, devem ser utilizadas luvas de proteção, que deverão ser inspecionadas periodicamente para deteção de desgaste, perfurações ou contaminações. Após o trabalho é recomendado o uso de creme hidratante. O material das luvas tem de ser impermeável e resistente ao produto, sendo assim a escolha do material das luvas deve ter em consideração a durabilidade, a permeabilidade e a degradação. Deve-se ter em conta que a escolha de luvas próprias não depende apenas do material, mas também de outras características qualitativas e varia de fabricante para fabricante.

Devem ser utilizados óculos ou viseira de proteção sempre que se prevejam projeções do produto, e um vestuário de proteção, para proteção dos olhos e corpo.

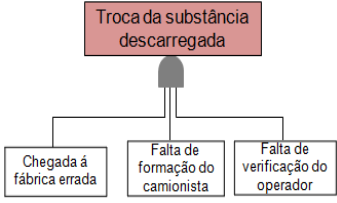
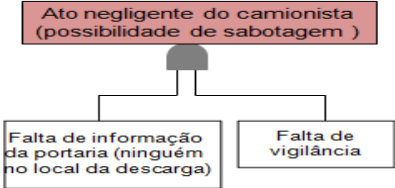
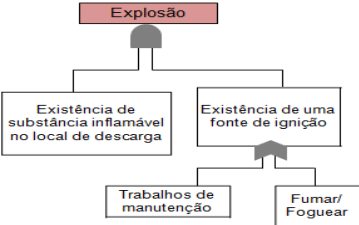
## **Apêndice B – Tabelas de análise de fatores humanos**

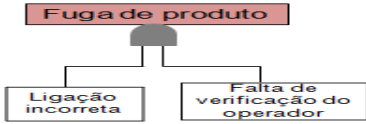
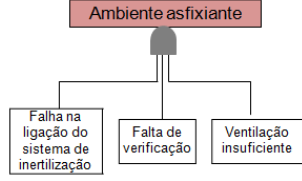
---

Nesta secção, são apresentadas as tabelas de análise de fatores humanos, utilizadas para a elaboração desta dissertação, podendo ser consideradas o principal resultado do estudo efetuado. A tabela B.1 refere-se à análise de fatores humanos na descarga de metanol e metilato de sódio, na fábrica de produção de biodiesel. Por outro lado, a tabela B.2 refere-se à análise do processo de descarga de hexano, na fábrica de extração de óleos vegetais.



Tabela B.1. Tabela de análise de fatores humanos (descarga de metanol e de metilato de sódio)

Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas Operacionais e FH		Medidas adicionais (Reforço e melhoria)
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
<b>1. Contactos prévios: Comunicação ao responsável da fábrica de Biodiesel da chegada do camião cisterna</b>	- Informação incorreta; - Falha no sistema de comunicação (falha técnica);	- Boa identificação das instalações irá evitar que o motorista vá para o sítio errado.	- Encaminhamento para a fábrica errada; pode provocar troca de produtos. - Movimentações desnecessárias, com possibilidade de aumentar a probabilidade de acidente com o camião.	- Formação periódica dos vigilantes; - Sinalização adequada das instalações,	--	<b>Ação 1</b> – Reforçar a sinalização durante o trajeto para a fábricas (aproximadamente 500 metros antes)
<b>2. Deslocação do motorista ao local de descarga</b>	- Engano na informação dada ao motorista: fábrica errada,  - Engano na substância 	- Controlo inicial da descarga (controlo efetuado pelo operador).	- Descarga substância errada; - Prejudicar o normal funcionamento da fábrica; - Atrasos na produção.	- Antes de proceder á descarga, haver sempre um controlo do operador; - Verificação da documentação técnica; - Existência de um documento, que deverá ser preenchido antes de iniciar a descarga; - Formação e sensibilização dos funcionários e motoristas.	- Trsfega para o reservatório certo; - Limpeza do tanque; - Controlo dos líquidos de lavagem (segregação)	--
	- Acidente com o camião antes de chegar à fábrica,	--	- Choque acidental, com os reservatórios e silos; - Embate contra material ou equipamento no local da descarga; - Atropelamento; - Colisão com outros veículos.	- Não permitir a circulação de veículos a velocidades superiores á estipulada; - Instalação de dispositivos que não permitam a circulação a elevadas velocidades; - Controlo através vigilância humana.	- Existência de proteções ao longo da fábrica; - Acionar o Plano de Emergência Interno (PEI); - Acionar o Plano de Emergência Externo (PEE)	<b>Ação 2</b> – Reforçar a instalação de proteções ao longo da fábrica (barreiras físicas).
<b>3. Operador do Biodiesel preparado para a chegada do camião cisterna</b>	- Engano ou inexistência de contacto com o operador de Biodiesel (Falta de aviso),	- Confirmação das informações pelo funcionário da portaria.	- Operador de Biodiesel não estar preparado para receber o camião cisterna; - Não estar ninguém presente no local,	- Sensibilização do responsável do Biodiesel, para que a zona de descarga esteja sempre limpa e pronta a iniciar um novo procedimento; - Alarme sonoro, para avisar a chegada de um novo camião,	- Manter o local de descarga, sempre preparado e em condições normais para um novo procedimento.	<b>Ação 3</b> - Existência de uma <i>checklist</i> , que deverá ser preenchida durante a execução do procedimento de descarga, permitindo deixar o recinto preparado para nova descarga.
	- Falha no sistema de comunicação (falha técnica);	- Reposição do sistema de consumição.			--	<b>Ação 4</b> - Sistema de alerta sonoro para chegada do camião cisterna
	- Não estar ninguém no local da descarga 	--	- Destruição do equipamento; - Incêndio e /ou explosão.	- Controlo do supervisor da fábrica; - Câmaras de vigilância; - Empresa privada de vigilância.	- Equipamento guardado (mangueiras, válvulas, etc.), fora do alcance de pessoas não autorizadas; - Acionar PEI; - Acionar PEE;	<b>Ação 5</b> -Reforço da instalação de câmaras de vigilância
<b>4. Verificar zona de descarga</b>	- Não verificação da zona de descarga, operador não tem conhecimento dos trabalhos de manutenção;	<u>Controlo inicial da descarga:</u> - Responsável da fábrica não deixa avançar os trabalhos se existem trabalhos de manutenção.	- Perigo de explosão causada por alguma fonte de ignição existente no local de trabalho. 	--	--	---
	- Pessoal com isqueiros ou a fumar;	--		- Sinalização visível da proibição; - Inspeção visual; - Proibição de qualquer material que possa causar ignição; - Proibição de fumar ou foguear.	- Acionar PEI; - Acionar PEE.	---
	- Falta de verificação do equipamento usado;	--	- Fuga de gás inerte; - Fuga da substância descarregada; - Mangueiras e acoplamentos em mau estado de manutenção.	- Controlo por parte do operador de Biodiesel; - Manutenção periódica dos equipamentos; - Inspeção/Certificação de mangueiras e outros equipamentos.	- Equipas de limpeza, prontas a entrevirem; - Utilização de EPI (proteção do corpo, utilização de luvas de borracha, aricas); - Existência de primeiros socorros; - Acionar o PEI e PEE	<b>Ação 6</b> - Verificação periódica de todos os equipamentos utilizados para a descarga (Válvulas, software, mangueiras, etc.)
	- Manutenção deficiente dos equipamentos utilizados	--				

Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas Operacionais e FH		Medidas adicionais (Reforço e melhoria)
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
5. Ligação das mangueiras ao caminhão cisterna	- Ligação incorreta;	- Supervisão do responsável do processo	- Fuga da substância; 	- Nunca iniciar, sem verificar convenientemente as ligações,	- Acionar PEI; - Acionar os meios de primeira intervenção do local (material de absorção de derrame e extintor de pó); - Acionar PEE	--
			- Erro na execução da descarga,	- Manutenção adequada dos materiais utilizados no procedimento de descarga.	--	--
	- Troca das mangueiras utilizadas (metilato e metanol).	- Supervisão do responsável do processo	- Abertura da válvula de metilato e consequentemente perda de eficácia do catalisador.	- Utilização de mangueiras com cores que permitam uma rápida identificação; - Operador de biodiesel tem de proceder a verificação das mangueiras antes de iniciar o procedimento.	--	<b>Ação 7</b> - Pintar as mangueiras com cores diferentes, ou trocar as mangueiras.
6. Recolha de amostra do produto	- Recolha mal efetuada;	---	- Amostra contaminada ou não representativa (análise errada ou não válida); - Sem interferência na segurança	- Formação e sensibilização dos responsáveis pela recolha de amostras; - Pontos de amostragem pré-definidos.	---	---
		---	- Contato com a substância perigosa (solvente)	- Seguir procedimento de recolha instituídos; - Manter no local informações sobre as substâncias (FDS - Fichas de Dados de Segurança)	- Utilizar EPI's adequados à tarefa (máscara de proteção facial, luvas de borracha e proteção do corpo); - Existência de "lava-olhos" perto do local da descarga; - Informar primeiros socorros.	---
7. Ligação do sistema de inertização	- Ligação incorreta ou inexistência de ligação do tanque.	--	- Fuga de Azoto para a atmosfera; - Não inertização do tanque.	- Redundância no sistema de válvulas de segurança; - Aspiração da área envolvente e alarme de evacuação da área; - Formação dos operários; - Manutenção preventiva.	- Utilização de EPI's (sistema autónomo de respiração-Aricas)	---
8. Verificar todas as ligações,	- Verificação incorreta ou inexistência;	- Verificação do responsável;	- Fuga de gases para a atmosfera (inertização do ambiente) 	- Antes de se iniciar a compensação, necessário existir supervisão do responsável. - Processo executado ao ar livre, impossibilitando a inertização do ambiente.	- Utilização de Mascaras com circuito autónomo.	--
	- Certificar a compensação de gases.	- Processo controlado automático.	- Formação de vácuo na cisterna (muito improvável, visto que o processo é automático)	- Manter contato via rádio com operador de extração; - Permanecer na área durante toda operação; - Certificar da entrada de ar no caminhão para evitar vácuo no interior do mesmo.	--	--
9. Permanência do motorista no local da descarga	- Atos de negligência não intencionais; - Atos intencionais de vandalismo pelo motorista.	- Supervisão; - Empresa privada de vigilância.	- Possibilidade de prejudicar o normal funcionamento do processo; - Situação de emergência, causada pelo motorista.	- Utilização de EPI (luvas de borracha, capacete)	- Acionar PEI; - Acionar PEE.	---



Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas Operacionais e FH		Medidas adicionais (Reforço e melhoria)
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
10. Desligar caminhão	- Esquecimento ou desconhecimento deste procedimento,	- Responsável pela descarga, não permite que o caminhão esteja ligado.	<div>- Perigo de explosão, causada por uma faísca decorrente de se ligar o caminhão;</div> <div>- Rutura das ligações e consequente fuga de metanol</div> <div><div>Explosão</div><div><div>Não desligar o caminhão durante a descarga</div><div>Iniciar descarga com caminhão ligado</div></div></div>	<div>- Indicação do perigo de não desligar o caminhão, no local.</div> <div>- Operador fica com a chave,</div>	<div>- Acionar PEI;</div> <div>- Acionar PEE.</div>	Ação 8 - Criar procedimento, para o operador ficar com a chave do caminhão.
	- Deixar chave na ignição, e ligar o caminhão durante o processo;	--				
11. Verificar se o caminhão se encontra ligado à terra	- Engano na ligação à terra (inexistência);	- Supervisão do responsável pelo processo;	<div>- Acumulação de cargas elétricas;</div> <div>- Explosão da carga, com possível alastramento.</div>	<div>- Criação de um <i>checklist</i>, que ajudará o operador a não esquecer de nenhum procedimento;</div> <div>- Formação e sensibilização periódica dos operadores e responsáveis.</div>	<div>- Acionar PEI;</div> <div>- Acionar PEE.</div>	Ação 9 – Reforço da formação aos operadores e supervisores (formação sobre fatores humanos e suas consequências)
12. Início da descarga	<div>- Incorreta ordem de arranque;</div> <div>- Dar ordem de início quando as operações ainda não estão preparadas;</div>	--	- Aumento da pressão da tubagem, possível deterioração dos equipamentos.	- Supervisor responsável (verificar todos os procedimentos antes de dar ordem de início);	- Atuação das equipas de manutenção;	--
	- Início da descarga, com a substância errada,	Já identificada acima "Deslocação do motorista ao local de descarga"				
	- Erro no sistema de descarga	--	<div>- Paragem do processo,</div> <div>- Atraso no processo;</div> <div>- Perda de produtividade</div>	- Ações periódica de formação dos operadores envolvidos em qualquer etapa da descarga.	--	---
	- Iniciar descarga, sem capacidade de armazenamento da totalidade da substância	- Controlo automático do <i>software</i>	- Derrame de substância	<div>- Não ligar o caminhão durante a descarga;</div> <div>- Não efetuar trabalhos que possam causar faíscas;</div> <div>- Proibição de fumar ou foguear</div>	<div>- Acionar PEI;</div> <div>- Acionar PEE;</div>	---
13. Desligar ligações	- Não desligar as mangueiras;	- Supervisão do responsável,	<div>- Arranque do caminhão provocará o rompimento das mangueiras, com possível derrame de substância;</div>	<div>- Antes do arranque do caminhão, verificar se todas as ligações foram retiradas;</div> <div>- Existência de um novo procedimento (ação 8)</div>	<div>- Acionar PEI;</div> <div>- Acionar PEE.</div>	Ação 8
	- Esquecer de desligar ligação com a terra;		<div>- Possibilidade de faísca perto da substância,</div> <div><div>Incêndio/explosão</div><div><div>Ocorrência de faísca (Fonte de ignição)</div><div>Substância derramada</div></div></div>	Já identificada acima "Desligar caminhão"		
	- Fechar válvulas incorretamente ou esquecer de as fechar;	- Supervisão dos responsáveis,	<div>- Derrame de substância;</div> <div>- Contato da substância com o operador.</div>	- Drenar mangueiras após descarga,	<div>- Em caso de vazamento, drenar para os tanques;</div> <div>- Utilização de EPI's (luvas de borracha, proteção para olhos, e corpo)</div> <div>- Acionar PEI</div>	--
	- Desligar as ligações durante a descarga.			<div>- Mecanismo que avise do fim da descarga;</div> <div>- Proibição de fumar ou foguear</div>		Ação 10 - Mecanismo que avise do fim da descarga

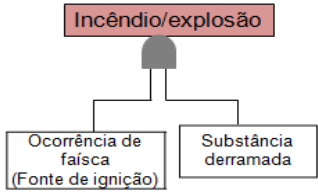
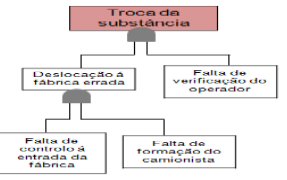
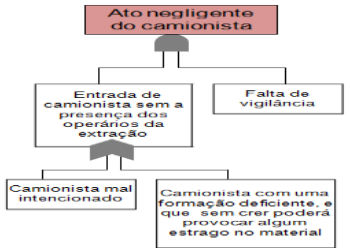
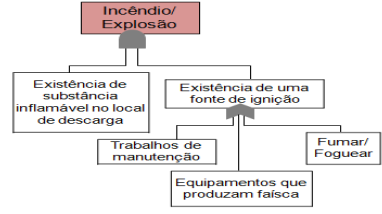
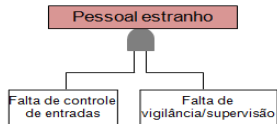
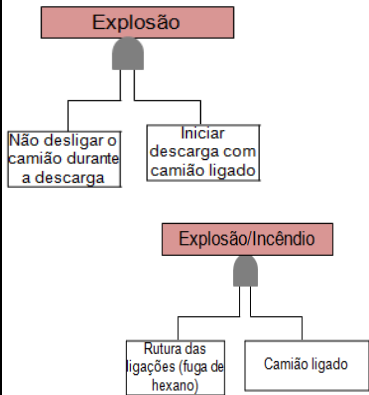
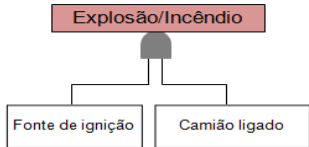
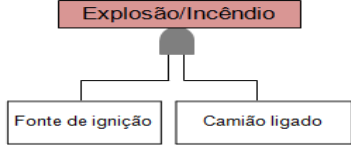
Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas Operacionais e FH		Medidas adicionais (Reforço e melhoria)
<u>Descrição da tarefa</u>	<u>Falhas prováveis</u>	<u>Potencial de recuperação</u>	<u>Consequências potenciais</u>	<u>Medidas de prevenção</u>	<u>Medidas para reduzir as consequências</u>	<u>Comentário</u>
14. Limpar local da descarga	- Não limpar o local da descarga.	- Supervisão de responsáveis;	- Explosão e/ou incêndio devido a existência de substância derramada. 	- Limpar sempre local de descarga; - Proibição de fumar ou foguear	- Acionar PEI; - Acionar PEE.	---
15. Encaminhar a cisterna para a portaria	Já identificado em cima " Deslocação do motorista ao local de descarga"					

Tabela B.2. Tabela de análise de fatores humanos (descarga de hexano)

Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas adicionais operacionais e FH		Observações
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
1. Contactar o responsável das fábricas 1 e 2 e informar da chegada do camião cisterna	- Informação incorreta; - Falha no sistema de comunicação (falha técnica)	- Boa identificação das instalações irá evitar que o motorista vá para a fábrica errada.	- Deslocação para a fábrica errada; que poderá provocar a troca de substância; - Atrasos na produção.	- Formação periódica dos vigilantes; - Sinalização do percurso.	--	<b>Ação 1</b> – Reforçar a sinalização existente
2. Deslocação do motorista ao local de descarga	- Engano na informação dada ao motorista: fábrica errada,	- Controlo inicial da descarga: (operador)	- Prejudicar o normal funcionamento da fábrica;  - Atrasos na produção;  - Engano na substância a descarregar.	- Antes de proceder á descarga, haver sempre um controlo do operador; - Verificação da documentação técnica e guias de transporte; - Formação e sensibilização dos funcionários e motoristas; - Existência de um documento, que deverá ser preenchido antes de iniciar a descarga; - Não permitir a entrada de camiões que não tenham sido anunciados pela portaria.	- Trasfega para reservatório certo;  - Limpeza do tanque (errado);  - Controlo dos líquidos de lavagem (segregação).	<b>Ação 2</b> - Existência de uma <i>checklist</i> , com o procedimento detalhado, que deverá ser preenchida ao longo do procedimento.  <b>Ação 3</b> – Controlo da entrada da fábrica de extração. Necessidade de reunir a autorização da portaria e do responsável da fábrica, para proceder a abertura dos portões.
	- Engano na substância; 					
	- Acidente com o camião antes de chegar à fábrica,					<b>Ação 4</b> - Reforço e melhoria dos dispositivos de controlo de velocidade (lombas).
3. Operador de extração preparado para a chegada do camião cisterna	- Falta de contacto com contacto com o operador de extração.	- Confirmação das informações, por parte da portaria;	- Operador de extração não está preparado para receber o camião cisterna, o que provocará atrasos e tempo de espera ao camionista; - Não estar ninguém presente no local;	- Sensibilização do responsável da extração, para que a zona de descarga esteja preparada para uma nova chegada; - Alarme sonoro, para avisar da chegada de um novo camião; - Manter todos os materiais e equipamentos arrumados; - Não permitir a entrada de camiões, sem a presença de um responsável/operário; - Existência de uma calendarização das descargas; - Não permitir a entrada de camiões não autorizados.	- Acionar os primeiros socorros, - Manutenção periódica dos materiais, - Equipa de manutenção pronta a entrevir; - Acionar PEI - Acionar PEE.	--
	- Falha no sistema de comunicação (Falha técnica)	- Reposição do sistema de comunicação				
4. Verificar zona de descarga:	- Falta de verificação;	- Manutenção periódica dos materiais e equipamentos;	- Equipamento obsoleto; - Fuga ou derramamento da substância descarregada.	- Controlo do operador da extração; - Controlo periódico, de colaboradores da manutenção,	- Utilização de EPI's (proteção do corpo, luvas de borracha e proteção facial); - Existência de assistência médica imediata; - Acionar primeiros socorros; - Acionar PEI; - Acionar PEE.	--
	- Falta de aviso dos trabalhos de manutenção na fábrica;	- Controlo inicial da descarga: responsável da fábrica não dá autorização para camionista entrar na fábrica.	- Entrada do camião cisterna com trabalhos de manutenção a ocorrer (possibilidade de colocar em contacto a substância inflamável, com uma fonte de ignição);	- Inspeção visual, - Proibição de qualquer material, não regulamentado pela Diretiva ATEX; - Sinalização adequada com a explicação dos perigos; - Manter sempre o portão fechado; - Apenas abrir, depois de verificada a autorização de permanência; - Operário deverá estar presente na descarga, não deixando iniciar a descarga, antes de estarem todos os procedimentos cumpridos.	- Utilização obrigatória de EPI's (luvas de borracha, capacete com proteção facial, e proteção do corpo); - Acionar PEI; - Acionar PEE.	<b>Ação 3</b>
	- Pessoal a fumar/ foguear ou com outro tipo de material que possa causar faísca; (Fábrica de extração é uma fábrica abrangida pela Diretiva ATEX)	- Vigilância da fábrica;	- Incêndio ou explosão 			
	- Limpeza incorreta do local (existência de uma fonte de ignição)					

Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas adicionais operacionais e FH		Observações
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
5. Garantir que não existe pessoal estranho ao serviço na fábrica de extração	<p>- Não verificar se existe pessoal estanho ao procedimento;</p> 	<p>- Vigilância da fábrica de extração;</p>	<p>- Possibilidade de comportamentos de riscos inconscientes, por exemplo utilização de objetivos não regulamentados pela Diretiva ATEX, com é o exemplo das máquinas fotográficas e telemóveis;</p> <p>- Negligência durante o procedimento de descarga, negligência com o material;</p>	<p>- Manter sempre o portão fechado à chave;</p> <p>- Apenas abrir o portão, depois de verificada a autorização de permanência;</p> <p>- Fixação das informações importantes, alertando para os perigos existentes.</p>	<p>- Vigilância permanente (Empresa privada de vigilância);</p> <p>- Utilização de EPI's (luvas de borracha, capacete com proteção facial, proteção do corpo);</p> <p>- Acionar primeiros socorros e /ou PEI</p>	
6. Estacionar o camião no sentido da fuga	<p>- Não efetuar o estacionamento no sentido de fuga.</p>	<p>- Supervisão do responsável do processo</p>	<p>- Não haver preparação para o plano de fuga, em caso de evacuação;</p>	<p>- Aviso bem legível, do procedimento de estacionamento e o operário presente na descarga, não deixa iniciar a descarga, antes de estarem todos os procedimentos cumpridos;</p>	<p>- Existência de um coordenador de evacuação que ajudará todos os presentes na fábrica;</p> <p>- Acionar PEI; acionar PEE</p>	--
7. Manter o camião desligado na fábrica	<p>- Não desligar o camião;</p> <p>- Ligar o camião, sem justificação aparente;</p> <p>- Deixar a chave na ignição, e ligar o camião a meio do processo (desconhecimento dos perigos ou negligência)</p>	<p>- Vigilância humana (Empresa privada de vigilância);</p> <p>- Supervisão dos responsáveis;</p>	<p>- Perigo de explosão causada por alguma faísca existente no local de trabalho, ou deflagração de incêndio</p> 	<p>- Criação de um novo procedimento (<b>Ação 7</b>), que impossibilitará o camionista de ligar o camião durante a descarga</p> <p>- Sempre que se acaba uma descarga, proceder á limpeza e organização do espaço;</p> <p>- Existência de uma <i>checklist</i> (ação 2)</p>	<p>- Utilização dos EPI's adequados;</p> <p>- Acionar PEI,</p> <p>- Acionar PEE</p>	<b>Ação 5</b> - Criar procedimento novo: Iniciar descarga, apenas depois do operador ter a chave do camião
8. Fechar o portão, evitando a entrada de pessoas estranhas	<p>- Deixar portão aberto.</p>	<p>- Vigilância humana (Empresa privada de vigilância);</p> <p>- Supervisão dos responsáveis;</p> <p>- Sistema automático de fecho (<b>Ação 6</b>).</p>	<p>- Entrada de pessoas sem o conhecimento dos procedimentos de segurança;</p>	<p>- Supervisão dos responsáveis e operários da fábrica;</p> <p>- Afixação das regras de segurança da fábrica de extração;</p> <p>- Sinalização da proibição de pessoas não autorizadas;</p> <p>- Sistema de videovigilância.</p>	<p>- Sistema de videovigilância.</p>	--
9. Verificar se o local de descarga se encontra limpo de qualquer fonte de ignição	<p>- Não verificar ou verificar de forma incorreta;</p>	---	<p>Deflagração de um incêndio;</p> <p>- Explosão</p> 	<p>- Sempre que se acaba uma descarga, proceder á limpeza e organização do espaço;</p> <p>-Existência de uma checklist</p>	<p>- Equipamentos de combate a incêndio;</p> <p>- Acionar PEI e/ou PEE.</p>	---

Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas adicionais operacionais e FH		Observações
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
10. Verificar estado das mangueiras	- Não verificar estado das mangueiras;	- Supervisão do responsável pelo procedimento de descarga,	- Fuga da substância; - Derramamento de substância, com possível contacto com o operador;	- Manutenção periódica do equipamento; - Verificar o estado das mangueiras antes de iniciar o procedimento;	- Utilização obrigatória de EPI's (luvas de borracha, capacete com proteção facial, proteção do corpo);  - Acionar equipas de limpeza, primeiros socorros e PEI;	---
11. Verificar se os meios de primeira intervenção se encontram no local	- Não verificar.	---	- Em caso de necessidade, os primeiros socorros não estarão preparados para serem utilizados.	- Verificação periódica dos primeiros socorros, pelos departamentos de segurança; - Não iniciar a descarga, sem a presença dos primeiros socorros; - Existência de uma <i>checklist</i>	- Utilização de EPI's (luvas de borracha, capacete com proteção facial, proteção do corpo)	Mais uma vez é importante fazer referência à <b>ação 2</b> . Devido a grande complexidade de tarefas e verificação, a <i>checklist</i> irá evitar o esquecimento de tarefas fulcrais
12. Motorista permanece nas instalações (perto do local da descarga)	- Distração dos colaboradores; - Distúrbios do normal funcionamento; - Atos intencionais de vandalismo	---	- Falha de algum procedimento/ verificação importante; - Deterioração do material/equipamento	- Existência de uma <i>checklist</i> ; - Sistema de videovigilância; - Supervisão dos responsáveis; - Vigilância humana (Empresa privada de vigilância)	- Utilização de EPI's adequados	
13. Ligação das mangueiras ao camião cisterna	- Ligação incorreta;	- Supervisão do responsável pelo procedimento;	- Fuga de substância;  - Derrame de substância;  - Perigo de Incêndio ou de explosão, (fonte de ignição)	-Verificar estado das mangueiras antes de iniciar o processo de descarga; - Verificar ligação das mangueiras antes de iniciar o processo; - Quando o camião estaciona, o operador retira a chave da ignição e fica com ela até terminar a descarga. - Ações periódica de formação e senilização dos operadores; - Manutenção periódica do equipamento;	- Utilização dos EPI's adequados; - Acionar PEI; - Acionar PEE	Ação 6 – Ações de sensibilização e formação, feito periodicamente, aos operários e responsáveis abordando a temática dos fatores humanos.
	- Manutenção deficiente, que impossibilita uma boa ligação das mangueiras;					
14. Verificar se o camião se encontra desligado	- Não verificar.	- Supervisão do responsável;  - Formação do camionista que deverá estar informado de todos os perigos;	- Perigo de deflagração de incêndio e/ou explosão, devido a existência de uma fonte de ignição; 	- Quando o camião estaciona, o operador retira a chave da ignição e fica com ela até terminar a descarga <b>(Ação 7).</b>	- Acionar PEI;  - Acionar PEE.	Ação 5
15. Verificar se o camião se encontra ligado à terra	- Ligação inexistente à terra.	- Supervisão do responsável do processo de descarga;	- Acumulação de cargas elétricas; com possibilidade de explosão da carga, com possível alastramento;	- Criação de um <i>checklist</i> ; - Formação e sensibilização de operadores e supervisores.	- Acionar primeiro socorros; - Acionar PEI; - Acionar PEE.	Ação 2
16. Verificar disponibilidade para receber hexano	- Verificação mal efetuada ou inexistente; - Erro no <i>software</i> , que indica a disponibilidade do tanque;	--	- Derrame de hexano;	-Certificar que o tanque de segurança está vazio; - Verificar <i>stock</i> de hexano e anotar, antes de iniciar o procedimento;	- EPI's adequados; - Acionar PEI; - Equipas de limpeza, pronta a atuar.	Ação 7- Calibração periódica dos níveis do tanque de hexano
17. Dar autorização para iniciar a descarga e acompanhar a operação	- Ordem de início da descarga incorreta; - Dar ordem de início quando as operações ainda não estão preparadas	- Supervisão dos responsáveis e operadores; - Sistema automático	- Aumento da pressão da tubagem, com a possibilidade de deterioração dos equipamentos;	- Supervisor do responsável, tem terá de verificar todos os procedimentos antes de dar ordem de início.	- Acionar PEI	---

Análise de Fatores Humanos em situações atuais				Medidas adicionais operacionais e FH		Observações
Descrição da tarefa	Falhas prováveis	Potencial de recuperação	Consequências potenciais	Medidas de prevenção	Medidas para reduzir as consequências	Comentário
	- Início com o produto errado	Já identificada acima "Deslocação do motorista ao local de descarga"				
	- Erro no sistema de descarga	- Sistema automático, alerta para anomalias no processo	- Paragem do processo de descarga; - Atraso na produção; - Perda de produtividade	- Ações periódica de formação dos operadores envolvidos em qualquer etapa da descarga	--	Ação 6
18. Abrir válvula para iniciar a descarga	- Ficar a frente da válvula	- Supervisão do responsável do processo não permite a ocorrência de comportamentos de risco.	- Possibilidade de fuga de substância, causando queimaduras, provocadas pelos contacto com a substância, - Derrame da substância	- Impedir que os operadores fiquem á frente da válvula; - Ações periódicas de formação; - Proibição de fumar ou foguear, - Não permitir a utilização de materiais não regulamentados pela Diretiva ATEX	- Utilização de EPI´s adequados à tarefa,  - Acionar primeiros socorros;  - Equipas de limpeza, prontas a atuar.	--
	- Não verificar nível de hexano, - Erro técnico no software de apoio.	- Verificação automática (software de apoio), - Supervisão do responsável pelo procedimento.	- Derrame de substância;	- Verificar stock de hexano e anotar em local visível; - Certificar-se de que tanque de segurança está vazio,	- Acionar equipas de limpeza	--
19. Após terminada a descarga, verificar se o local ficou em condições de segurança	- Não verificar.	- Supervisão do responsável	- Existência de vestígios de hexano; <div><div>Incêndio/ Explosão</div><div><div>Substância derramada</div><div>Existência de uma fonte de ignição</div></div></div>	- Proibido fumar ou foguear; - Existência de supervisão, sempre que termina uma descarga; - Não permitir que o camião ligue, enquanto não for feita a verificação das condições de segurança, - Proibição de trabalhos de manutenção, durante a permanência do camião cisterna.	- Utilização de EPI´s adequados à tarefa; - Acionar PEI; - Acionar PEE;	Ação 8 - Mecanismo que avise do fim da descarga
20. Coleta de amostra	- Recolha mal efetuada.	--	- Contato com a substância perigosa (solvente) - Inalação de gases	- Seguir procedimento de recolha instituídos; - Manter no local informações sobre as substâncias (FDS - Fichas de Dados de Segurança)	- Utilizar EPI´s adequados à tarefa (máscara de proteção facial, luvas de borracha e proteção do corpo); - Existência de “lava-olhos” perto do local da descarga; - Informar primeiros socorros.	--
		--	- Amostra contaminada ou não representativa (análise errada ou não válida); - Sem interferência na segurança	- Formação e sensibilização dos responsáveis pela recolha de amostras; - Pontos de amostragem pré-definidos.		
21. Encaminhar o camião cisterna para a portaria ou para a outra fábrica (1 ou 2)	Já identificada em cima: 1 - “Contatar o responsável das fábricas 1 e 2 e informar da chegada do camião cisterna”					
22. Fechar portão	Já identificada em cima: 8 - “ Fechar portão, evitando a entrada de pessoas estranhas”					

## Apêndice C – Proposta de *Checklist*

---

Nas duas análises de fatores humanos efetuadas, concluiu-se que a utilização de uma *checklist* poderá constituir um papel preventivo no impedimento da ocorrência de acidentes industriais graves. Nesta seção, pode ser consultada uma proposta de *checklist* para os dois processos de descarga.





# Processo de descarga de Hexano

DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

HORA INÍCIO \_\_\_\_:\_\_\_\_

HORA TÉRMINO \_\_\_\_:\_\_\_\_

Responsável da Fábrica: \_\_\_\_\_

Operador de serviço: \_\_\_\_\_

## Observações:

(Espaço dedicado a relatar problemas de manutenção, limpeza e outros problemas existentes no local de descarga)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

<b><u>Tarefas</u></b>	<b>Tarefa Executada</b>		<b>Comprovativo:</b>		<b>Observações:</b>
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Data</b>	<b>Rúbrica</b>	
Contactar o operador da extração e informar da chegada do camião cisterna.					
Verificar se a instalação se encontra em condições normais de funcionamento e se não estão a decorrer trabalhos de manutenção.					
Garantir que não existe pessoal estranho ao serviço dentro da fábrica de extração.					
Solicitar ao motorista que estacione o camião no sentido da fuga.					
Fechar o portão de forma a evitar entrada de pessoas estranhas.					
Verificar se o local de descarga se encontra limpo de qualquer fonte de ignição.					
Verificar se os terminais de descarga de terra e os respetivos cabos se encontram em perfeito estado de conservação.					
Verificar o estado das mangueiras.					
Verificar se os meios de primeira intervenção se encontram no local (material de absorção de derrame e extintor de pó químico – 50Kg).					
Verificar se o motorista tem os equipamentos de proteção individual adequados.					
Verificar se o camião se encontra desligado.					
Solicitar a chave de ignição do camião					
Verificar se o camião se encontra ligado à terra.					
Dar autorização para iniciar a descarga.					
Acompanhar a operação.					
Após terminada a descarga, verificar se o local ficou em condições de segurança.					
Devolver a chave, apenas se as condições de segurança estiverem asseguradas.					
Encaminhar a cisterna para a portaria ou para a outra fábrica (1 ou 2).					
Fechar o portão.					

# Processo de descarga na fábrica de produção de biodiesel

SUBSTÂNCIA DESCARREGADA: \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

HORA INÍCIO \_\_\_\_:\_\_\_\_

HORA TÉRMINO \_\_\_\_:\_\_\_\_

Responsável da Fábrica: \_\_\_\_\_

Operador de serviço: \_\_\_\_\_

## Observações:

(Espaço dedicado a relatar problemas de manutenção, limpeza e outros problemas existentes no local de descarga)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

<b><u>Tarefas</u></b>	<b>Tarefa Executada</b>		<b>Comprovativo:</b>		<b>Observações:</b>
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Data</b>	<b>Rúbrica</b>	
Contactar o operador do biodiesel e informar da chegada do camião cisterna.					
Verificar se a instalação se encontra em condições normais de funcionamento e se não estão a decorrer trabalhos de manutenção nas proximidades.					
Garantir que não existe pessoal estranho ao serviço na zona de descarga.					
Verificar se o local de descarga se encontra limpo de qualquer fonte de ignição.					
Verificar se os terminais de descarga de terra e os respetivos cabos se encontram em perfeito estado de conservação.					
Verificar o estado das mangueiras.					
Verificar se os meios de primeira intervenção se encontram no local (material de absorção de derrame e extintor de pó químico – 50Kg).					
Verificar se o sistema de inertização se encontra em funcionamento.					
Verificar todas as ligações, incluindo o sistema de compensação de gases.					
Verificar se o motorista tem os equipamentos de proteção individual adequados.					
Verificar se o camião se encontra desligado.					
Solicitar a chave de ignição do camião					
Verificar se o camião se encontra ligado à terra.					
Dar autorização para iniciar a descarga					
Acompanhar a operação.					
Após terminada a descarga, verificar se o local ficou em condições de segurança.					
Devolver a chave, apenas se as condições de segurança estiverem asseguradas.					
Encaminhar a cisterna para a portaria.					
Encaminhar camião cisterna para a portaria.					

## **Apêndice D – Normalização do novo procedimento**

---

No estudo efetuado, é sugerida a criação de um novo procedimento, sendo ele a entrega da chave do camião cisterna ao operador, durante o processo de descarga. A chave deverá ficar guardada até à finalização da descarga e até à conclusão da verificação das condições de segurança. Nesta seção, pode ser consultada uma proposta de norma, assim como um cartaz informativo, que terão o objetivo de normalizar o novo procedimento do camionista e de transmitir informações de segurança importantes.



## D.1. Norma para os camionistas

Oilseeds Portugal  
**sovena**

### Norma de procedimentos a realizar pelo camionista

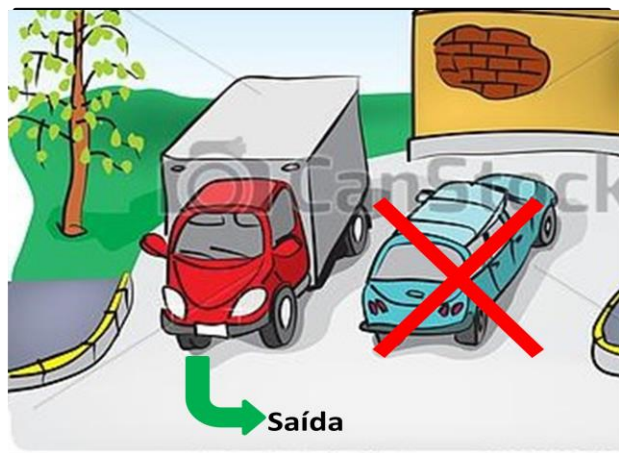


Figura 1 – Posição de fuga

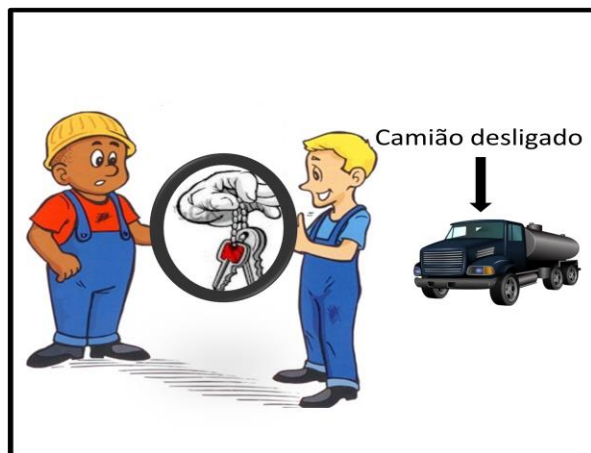


Figura 2 – Entregar chave ao operário



Figura 3 – Seguir todas as normas de segurança

1. Estacionar o camião cisterna em posição de fuga, como indicado na Figura 1.
2. Desligar o camião e entregar a chave ao operador de serviço (Figura 2).
3. Cumprir e respeitar as regras existentes na organização (Figura 3).

**Nota:** Imagens meramente ilustrativas



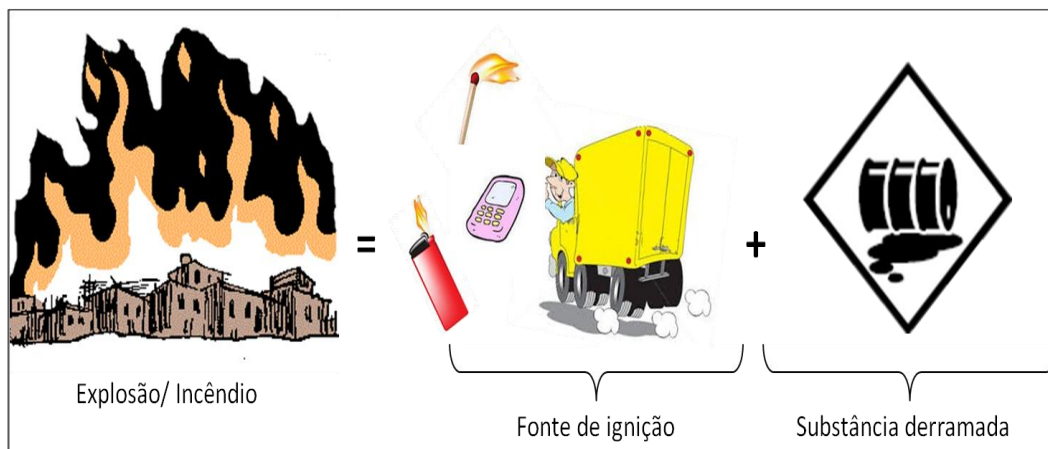


## D.2. Cartaz informativo

### Antes de iniciar o procedimento...

O operador de serviço deve solicitar a chave do caminhão cisterna, ao motorista.

**Objetivo:** Prevenir atos inseguros, assegurando a permanência do caminhão desligado, até asseguradas as condições de segurança



**Manter o caminhão desligado durante o processo.**

Vamos prevenir *para não* remediar!

#### Proibido:

- Fumar ou foguear na fábrica,
- Operações de descarga, enquanto decorrem trabalhos de manutenção;
- Abandonar o local de trabalho

#### Obrigatório:

- Verificar se o espaço se encontra em condições de segurança;
- Entregar a chave ao operador.

**Seja tolerante, participe na prevenção !**

Oilseeds Portugal

**sovena**



## **Apêndice E – Folheto informativo**

---

Nesta seção, é apresentado um folheto informativo sobre as regras gerais de segurança dos processos de descarga. Tendo sido a formação e sensibilização uma ação de melhoria proposta pela autora, este folheto pretende ser um complemento que alerte para os perigos existentes nos processos referidos.



**Antes de iniciar a tarefa, o operador deve, em simultâneo:**

- ✓ Estar preparado para efetuá-la (ter tido formação, ter conhecimento dos procedimentos de trabalho e conhecer o local de trabalho);
- ✓ Verificar as condições de trabalho (apenas deve iniciar a tarefa se o local de trabalho estiver em condições normais de funcionamento e livre de qualquer fonte de ignição);
- ✓ Conhecer os riscos e possuir capacidade e competências para efetuar a tarefa;

**Prevenir para melhorar**



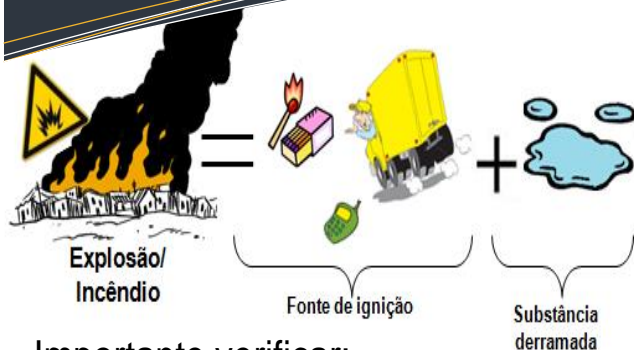
**Falhas Humanas, como evitá-las?**

**Fatores humanos na prevenção  
de acidentes graves**

Descarga de substâncias químicas inflamáveis

## Quais os principais perigos?

## Erros possíveis?



### Importante verificar:

- Se o caminhão cisterna está desligado;
- Se não existe produto derramado.

### Proibido:

- Fumar ou foguear na fábrica;
- Operações de descarga, enquanto decorrem trabalhos de manutenção.

### Obrigações do operador:

- Verificar se as normas de conduta são cumpridas;
- Manter o local limpo, livre de qualquer fonte de ignição;
- Informar o seu supervisor, sempre que seja necessário.

### Pelo operador:

- Falta de supervisão antes de iniciar descarga;
- Engano no produto descarregado;
- Fábrica não estar preparada para receber caminhão cisterna;
- Entrada do caminhão na fábrica, com trabalhos de manutenção a decorrer;
- Iniciar descarga com trabalhos de manutenção a decorrer;
- Fumar ou foguear no local da descarga;
- Ligação incorreta das mangueiras;
- Coleta mal efetuada;
- Camião cisterna não foi desligado;
- Não fazer ligação à terra (elétrodo de terra);
- Não desligar corretamente todas as ligações;
- Não limpar o local da descarga;

O operador deverá estar atento a qualquer ato de vandalismo, que poderá ser efetuado pelo camionista do caminhão cisterna. Caso suspeite de alguma coisa, deverá informar imediatamente o seu responsável.

A chave do caminhão cisterna deve ser solicitada ao motorista, antes de iniciar a descarga.



### Importante:

USAR SEMPRE OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAIS